

(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
26. Juni 2014 (26.06.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/096175 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F04B 1/053 (2006.01) F04B 23/06 (2006.01)
F02M 59/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/077349

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Dezember 2013 (19.12.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 224 308.9
21. Dezember 2012 (21.12.2012) DE

(71) Anmelder: CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH
[DE/DE]; Vahrenwalder Straße 9, 30165 Hannover (DE).

(72) Erfinder: NIGRIN, Uwe; Bussardweg 28, 98693 Ilmenau
(DE). VOIGT, Peter; 50, rue Haard, L-4970 Bettange-
sur-Mess (LU).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: HIGH PRESSURE PUMP

(54) Bezeichnung : HOCHDRUCKPUMPE

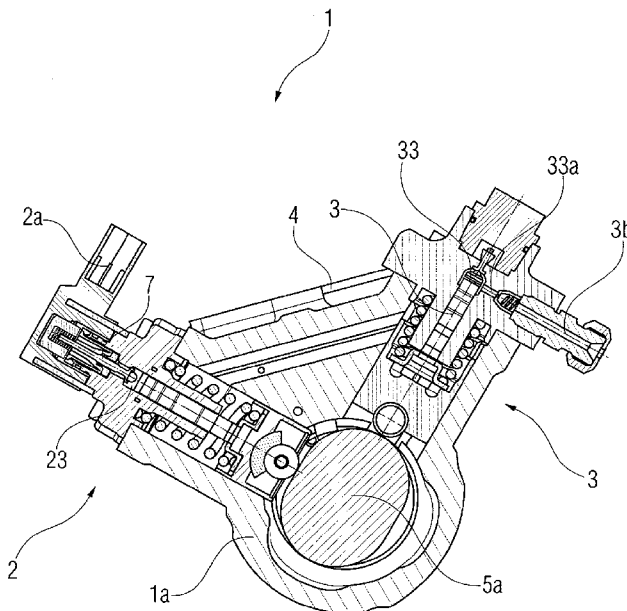


FIG 4

(57) Abstract: High pressure pump, in particular for
compressing fuel to pressures above 3000 bar, having a first
pump assembly (2) for pre-compressing a medium, having
an inlet (2a) for the medium to be pre-compressed and an
outlet (2b) for the medium which is pre-compressed in the
first pump assembly (2), and a second pump assembly (3)
for final compressing of the medium which is pre-
compressed in the first pump assembly, having an inlet (3a)
for the medium which exits from the outlet (2b) of the first
pump assembly (2) and an outlet (3b) for the medium which
is finally compressed in the second pump assembly (3), and
a high pressure connecting line (4) which connects the
outlet (2b) from the first pump assembly (2) to the inlet (3a)
into the second pump assembly (3), wherein the two pump
assemblies (2, 3) are connected in series.

(57) Zusammenfassung: Hochdruckpumpe, insbesondere
zum Verdichten von Kraftstoff auf Drücke über 3000 bar,
mit einem ersten Pumpenaggregat (2) zum Vorverdichten
eines Mediums, mit einem Einlass (2a) für das
vorzuverdichtende Medium und einem Auslass (2b) für das
im ersten Pumpenaggregat (2) vorverdichtete Medium, und
einem zweiten Pumpenaggregat (3) zum Endverdichten des
im ersten Pumpenaggregats vorverdichteten Mediums, mit
einem Einlass (3a) für das aus dem Auslass (2b) des ersten
Pumpenaggregats

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(2) austretende Medium und einem Auslass (3b) für das im zweiten Pumpenaggregat (3) endverdichtete Medium, und einer Hochdruckverbindungslei- tung (4), die den Auslass (2b) aus dem ersten Pumpenaggregat (2) mit dem Einlass (3a) in das zweite Pumpenaggregat (3) verbindet, wobei die beiden Pumpenaggregate (2, 3) in Reihe geschaltet sind.

Beschreibung

Hochdruckpumpe

5 Die Erfindung betrifft eine Hochdruckpumpe zum Verdichten eines Kraftstoffs für Verbrennungsmotoren insbesondere auf Drücke über 3000 bar mit einem erstes Pumpenaggregat zum Vorverdichten eines Mediums, mit einem Einlass für das vorzuverdichtende Medium und einem Auslass für das im ersten Pumpenaggregat vorverdichtete
10 Medium, und einem zweiten Pumpenaggregat zum Endverdichten des im ersten Pumpenaggregats vorverdichteten Mediums, mit einem Einlass für das aus dem Auslass des ersten Pumpenaggregats austretende Medium und einem Auslass für das im zweiten Pumpenaggregat endverdichtete Medium, und einer Verbindungslei-
15 tung, die den Auslass aus dem ersten Pumpenaggregat mit dem Einlass in das zweite Pumpenaggregat verbindet, wobei die beiden Pumpenaggregate in Reihe geschaltet sind. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zum Erhöhen eines Ausgangsdrucks auf einen Enddruck von wenigstens 3000 bar.

20

Die Einspritzdruckanforderungen für Verbrennungsmotoren, insbesondere für Dieselanwendungen, steigen ständig und liegen inzwischen in einem Bereich von deutlich über 2500 bar. Dabei wird Kraftstoff von Hochdruckpumpen auf derartige Druckwerte verdichtet und bei Common-Rail-Systemen einem Rail (Sammelrohr)
25 zugeführt, von wo er dann über Injektoren in die Brennkammern des Verbrennungsmotors eingespritzt wird. Der Umgang mit derart hohen Drücken stellt besondere Herausforderungen an die durch die hohen Drücke belasteten Pumpenteilkomponenten, die den hohen
30 Drücken entsprechende Festigkeiten aufweisen müssen. Zu nennen ist hier z.B. die hohe Innenhochdruckbelastung des Pumpenzylinders, entsprechend hohe Kontaktspannungen der Ventile und Hubübertragungselemente. Zudem sinkt mit steigendem Druck der volumetrische Wirkungsgrad der Pumpe, was es zunehmend schwie-

riger macht, z.B. durch die Gestaltung der physikalisch relevanten Bauteile und Funktionen der Hochdruckpumpe die durch die hohen Drücke entstehenden Festigkeitsansprüchen an Material und Konstruktion zu erfüllen.

5

Es ist daher eine Aufgabe der Erfindung eine Möglichkeit bereitzustellen, mit der ein Medium von einem Ausgangsdruck auf einen relativ dazu hohen Enddruck verdichtet werden kann.

10 Diese Aufgabe wird durch die unabhängigen Ansprüche gelöst.

Die Erfindung betrifft eine Hochdruckpumpe zum Verdichten von Kraftstoff für einen Verbrennungsmotor, und insbesondere zum Erzeugen sehr hoher Drücke, z.B. Drücke über 3000 bar, umfassend
15 ein erstes Pumpenaggregat zum Vorverdichten eines Mediums, mit einem Einlass für das vorzuverdichtende Medium und einem Auslass für das im ersten Pumpenaggregat vorverdichtete Medium, einem zweiten Pumpenaggregat zum Endverdichten des im ersten Pumpenaggregats vorverdichteten Mediums, mit einem Einlass für das aus
20 dem Auslass des ersten Pumpenaggregats austretende Medium und einem Auslass für das im zweiten Pumpenaggregat endverdichtete Medium, und einer Verbindungsleitung, die den Auslass aus dem ersten Pumpenaggregat mit dem Einlass in das zweite Pumpenaggregat verbindet, wobei die beiden Pumpenaggregate in Reihe geschaltet sind.
25

Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Anheben eines Druckniveaus eines Ausgangsdrucks eines Mediums auf einen Enddruckwert insbesondere von wenigstens 3000 bar, wobei in einem
30 ersten Schritt das Medium mit dem Ausgangsdruck in ein erstes Pumpenaggregat eingeleitet und in dem ersten Pumpenaggregat von dem Ausgangsdruck einen Zwischendruckwert auf ein erstes Druckniveau insbesondere von z.B. 800 bar bis 1200 bar angehoben wird, in einem zweiten Schritt das in dem ersten Pumpenaggregat

druckerhöhte Medium in ein zweites Pumpenaggregat eingeleitet und in dem zweiten Pumpenaggregat von dem ersten Druckniveau auf den Enddruckwert bzw. das Enddruckniveau insbesondere von über 3000 bar angehoben wird.

5

Dabei können das erste Pumpenaggregat und das zweite Pumpenaggregat bevorzugt ein gemeinsames Gehäuse aufweisen und/oder gemeinsam eine Hochdruckpumpe bilden.

10 Weitere, besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung.

Bevorzugt werden das erste Pumpenaggregat und das zweite Pumpenaggregat von einer gemeinsamen Antriebsvorrichtung betätigt.
15 Dabei wird von der gemeinsamen Antriebsvorrichtung das erste Pumpenaggregat zeitlich vor dem zweiten Pumpenaggregat betätigt oder angetrieben, sodass dasselbe Medium, das in dem ersten Schritt im ersten Pumpenaggregat verdichtet wird, im zweiten Pumpenaggregat auf einen mit der Hochdruckpumpe erreichbaren
20 Enddruck verdichtet oder angehoben wird. Das heißt, die beiden Pumpenaggregate werden vorteilhafterweise von der einen Antriebsvorrichtung synchronisiert angetrieben, was z.B. dadurch erreicht werden kann, dass die beiden Pumpenaggregate fest
25 miteinander verbunden sind, sodass ihre relative Lage zueinander nicht veränderbar ist. Es ist ferner denkbar, dass das erste Pumpenaggregat direkt von der Antriebsvorrichtung und das zweite Pumpenaggregat von der Antriebsvorrichtung indirekt über das erste Pumpenaggregat angetrieben wird, wobei auch diese Antriebskette eine synchronisierte Betätigungsfolge der beiden
30 Pumpenaggregate bewirkt.

Alternativ kann jedes der beiden Pumpenaggregate einen eigenen Antrieb aufweisen. In diesem Fall kann das im ersten Pumpen-

aggregat vorverdichtete Medium z.B. einem Zwischendruckspeicher zugeführt werden, wobei der Zwischendruckspeicher so ausgelegt ist, dass das erste Pumpenaggregat durch den Auslass verlassende vorkomprimierte Medium während der Speicherzeit im Wesentlichen
5 keinen Druckverlust erleidet. Der Zwischendruckspeicher versorgt dann das zweite Pumpenaggregat mit dem vorverdichteten Medium. Die Antriebe für die beiden Pumpenaggregate müssen in diesem Fall nicht synchronisiert sein.

10 Das erste Pumpenaggregat solch einer Hochdruckpumpe kann z.B. einen Differenzdruck von 800 bar bis 1200 bar und das zweite Pumpenaggregat einen Differenzdruck von über 1800 bar erzeugen, sodass die Hochdruckpumpe das Medium von einem Anfangsdruck von z.B. 1 bar, 2 bar, 5 bar oder 20 bar am Einlass des ersten
15 Pumpenaggregats, beispielsweise einem Vorförderdruck einer Intankpumpe oder einer Transferpumpe, auf einen Enddruck von wenigstens 3000 bar verdichten bzw. der Druck am Ausgang des zweiten Pumpenaggregats wenigstens 3000 bar beträgt.

20 Eine Volumenstromregelung der Pumpe kann bevorzugt vor dem oder über das erste Pumpenaggregat erfolgen, z.B. durch ein hydraulisch kurz vor dem ersten Pumpenaggregat angeordnetes Volumenstrom-Regelventil (VCV) oder durch ein digitales Einlassventil (DIV) im ersten Pumpenaggregat. Anders ausgedrückt kann ein
25 Volumenstrom-Regelventil oder ein digitales Einlassventil vor dem ersten Pumpenaggregat angeordnet sein, um eine Volumenstromregelung zu ermöglichen bzw. zu erreichen.

Bei dem ersten und dem zweiten Pumpenaggregat kann es sich um
30 Aggregate in der Form einer Kolbenpumpe bzw. Hubkolbenpumpe handeln.

Zum Erzeugen der unterschiedlichen Differenzdrücke in dem ersten und dem zweiten Pumpenaggregat kann ein Durchmesser eines Pumpenkolbens des ersten Pumpenaggregats größer sein als ein Pumpenkolbendurchmesser des zweiten Pumpenaggregats. Auch kann, insbesondere, wenn die beiden Pumpenaggregate durch einen gemeinsamen Antrieb nacheinander angetrieben werden, der Pumpenarbeitsraum des ersten Pumpenaggregats ein größeres Volumen aufweisen, als der Pumpenarbeitsraum des zweiten Pumpenaggregats.

10

Das erste Pumpenaggregat und das zweite Pumpenaggregat weisen bevorzugt ein gemeinsames Pumpengehäuse auf, sodass die Pumpe mit dem ersten und dem zweiten Pumpenaggregat ein einziges Bauteil bilden. Das heißt, die Pumpe mit dem ersten Pumpenaggregat und dem zweiten Pumpenaggregat bildet eine Einheit, die nur insgesamt z.B. an einen Motor angebaut oder an diesem gewechselt werden kann.

15

Werden das erste Pumpenaggregat und das zweite Pumpenaggregat gemeinsam von einer Antriebsvorrichtung angetrieben, liegen die beiden Pumpenaggregat bevorzugt auf einer gemeinsamen Linie, bei der es sich je nach Art der Antriebsvorrichtung z.B. um eine Gerade oder eine Kreislinie handeln kann. Insbesondere, wenn das Antriebsaggregat eine Nockenwelle ist, können die beiden Pumpenaggregate auf einer Kreislinie um die Drehachse der Nockenwelle angeordnet sein. Die Längsachse des Pumpenkolbens des ersten Pumpenaggregats und die Längsachse des Pumpenkolbens des zweiten Pumpenaggregats können dabei auf der Kreislinie in einem Winkel von 60 Grad bis 120 Grad, bevorzugt von ca. 90 Grad, zueinander stehen, d.h. ein entsprechendes Kreissegment aufspannen.

20

25

30

Die Hochdruckverbindungsleitung, die den Auslass aus dem ersten Pumpenaggregat mit dem Einlass in das zweite Pumpenaggregat

verbindet, ist bevorzugt eine im Wesentlichen gerade Leitung oder eine Leitung mit relativ großen Biegeradien mit einer glatten, störungsfreien Innenwand, um das Medium beim Transfer von ersten Pumpenelement zum zweiten Pumpenelement nicht zu beschleunigen, abzubremesen oder zu verwirbeln.

Die Pumpe kann eine Steuerung aufweisen, die z.B. mittels Sensoren feststellen kann, wenn eines der beiden Pumpenaggregate einen Defekt aufweist oder die Zufuhr von Medium zum ersten Pumpenaggregat fehlerhaft oder die Verbindungsleitung unterbrochen oder beschädigt ist. Bei der Detektion solcher Fehler kann die Pumpe als Gesamtheit abgeschaltet werden, um Schäden an der Pumpe oder von flussabwärts der Pumpe mit dem Medium zu versorgenden Bauteilen und/oder Vorrichtungen zu verhindern.

Die Antriebsvorrichtung für die Pumpe kann, wie bereits beschrieben, eine Nockenwelle eines Verbrennungsmotors sein. Bei der Pumpe kann es sich um eine Hochdruckeinspritzpumpe für einen Brennstoff, z.B. einen Dieselmotorkraftstoff, für einen entsprechenden Verbrennungsmotor z.B. zum Antreiben eines PKW, LKW oder anderen Land-, Wasser- oder Luftfahrzeuges handeln.

Zu den Vorteilen, die eine oben beschriebene Hochdruckpumpe gegenüber bekannten Hochdruckpumpen bietet, zählen unter anderem:

- Realisierung höchster Raildrücke im Bereich von über 3000 bar;
- Realisierung höchster volumetrischer Wirkungsgrade durch eine Druckdifferenz von weniger als 3000 bar an dem zweiten Pumpenaggregat;
- Nutzung von kostengünstigen Standardkomponenten (Hochdruckpumpelementen) für das erste Pumpenaggregat

- Nutzung nur einer Antriebsvorrichtung, z.B. einer Antriebswelle bzw. eines Nockens für eine Hochdruckpumpe gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung;
- Entkopplung des zweiten Pumpenaggregats für einen Druck von 3000 bar und mehr von der Ventilfunktion (DIV oder VCV) gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung;
- Realisierung der Volumenstromregelung über das weniger belastete erste Pumpenaggregat gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung.

10

Für die gesamte Beschreibung und die Ansprüche gilt, dass der Begriff „ein“ oder „eine“ nicht einschränkend zu verstehen ist. Wenn dieser Begriff als Zahlenangabe gemeint ist, wird dies in der Beschreibung und den Ansprüchen durch Begriffe wie zum Beispiel „einen einzigen“ eindeutig kenntlich gemacht. Das heißt, der Begriff „ein“ in dieser Beschreibung kann, muss aber nicht, als „wenigstens ein“ gelesen werden.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels mithilfe von Figuren näher erläutert. Merkmale, die nur den Figuren entnommen werden können, zählen zum Umfang der Erfindung und können einzeln und in den gezeigten Kombinationen mit anderen Merkmalen die Erfindung vorteilhaft weiterbilden. Die Erfindung ist nicht auf das in den Figuren illustrierte Ausführungsbeispiel beschränkt. Die Figuren zeigen im Einzelnen:

- Figur 1 Pumpe mit Antriebsvorrichtung, in einer Draufsicht
- Figur 2 erstes Pumpenaggregat in einer Schnittansicht
- Figur 3 zweites Pumpenaggregat in einer Schnittansicht
- Figur 4 Pumpe der Figur 1 in einer Schnittansicht

Die Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Pumpe 1 mit einem ersten Pumpenaggregat 2 (insbesondere in der Form einer Kolbenpumpe),

einem zweiten Pumpenaggregat 3 (und insbesondere in Form eine Kolbenpumpe) und einer Hochdruckverbindungsleitung 4, die einen nicht sichtbaren Auslass 2b des ersten Pumpenaggregats 2 mit einem nicht sichtbaren Einlass 3a des zweiten Pumpenaggregats 3 verbindet.

Die Pumpe 1 weist ein Pumpengehäuse 1a auf, mit einer durch einen Flansch 6 verschlossenen Montageöffnung 1b, durch die sich eine Antriebswelle 5 einer Antriebsvorrichtung erstreckt, wobei die Antriebsvorrichtung über die Antriebswelle 5 das erste Pumpenaggregat 2 und das zweite Pumpenaggregat 3 antreibt. Wie aus den folgenden Figuren noch klar wird, handelt es sich bei der Antriebswelle 5 um eine Nockenwelle 5, wobei der Antriebsnocken das erste Pumpenaggregat 2 und das zweite Pumpenaggregat 3 zeitlich versetzt betätigt bzw. nacheinander antreibt.

Das Pumpengehäuse 1a weist drei Anschraubblaschen auf, mit der die Pumpe 1 z.B. an einen Motor angeschraubt werden kann.

Die Figur 2 zeigt einen Schnitt durch das erste Pumpenaggregat 2. Das Pumpenaggregat 2 weist einen Einlass 2a für z.B. einen Dieselkraftstoff auf, einen (auf- und abbewegbaren) Pumpenkolben 22 und eine Hochdruckkammer bzw. einen Pumpenarbeitsraum 23, dessen zumindest eine Stirnseite von einem Ende des Pumpenkolbens 22 gebildet wird. Der Dieselkraftstoff kann am Einlass 2a bereits einen Vorförderdruck einer fluidisch vor dem Einlass 2a angeordneten Niederdruckvorrichtung aufweisen.

Zwischen dem Einlass 2a und dem Pumpenarbeitsraum 23 ist im Pumpenaggregat 2 des Ausführungsbeispiels ein digitales Einlassventil 7 mit einem Aktuator 8 angeordnet, das ein Zuflussvolumen zu dem Pumpenarbeitsraum 23 regulieren kann.

Der Pumpenkolben 22 liegt an einem Rollenstößel 9 an, der von einem Nocken 5a der Nockenwelle 5 linear bewegt wird und dadurch den Pumpenkolben 22 in Richtung eines Saug- und eines Förderhubs bewegt. Der Pumpenkolben 22 wird durch ein Federelement 10 in Richtung des Saughubs vorgespannt. Der Auslass 23a des Pumpenarbeitsraums 23 ist mit der Hochdruckverbindungsleitung 4 verbunden, die den im ersten Pumpenaggregat z.B. auf einen Druck von 800 bar bis 1200 bar vorverdichteten Dieselkraftstoff mit einem Einlass 3a in das zweite Pumpenaggregat 3 verbindet.

Die Figur 3 zeigt einen Schnitt durch das zweite Pumpenaggregat 3, mit dem Einlass 3a, einem Pumpenkolben 32 und einem Pumpenarbeitsraum 33. Der Dieselkraftstoff weist am Einlass 3a im Wesentlichen den Druck auf, mit dem er den Auslass 2b des ersten Pumpenaggregats 2 verlassen hat. Über ein Einlassventil 11 mit einem Aktuator 12 kann der im ersten Pumpenaggregat 2 vorverdichtete Dieselkraftstoff in den Pumpenarbeitsraum 33 des zweiten Pumpenaggregats einströmen und dort von dem Pumpenkolben 32 auf einen Enddruck von über 3000 bar verdichtet werden, bevor er durch einen in der Figur 3 nicht sichtbaren Auslass 33a des Pumpenarbeitsraums 33 z.B. über ein Rail z.B. zu den Einspritzdüsen für den Dieselkraftstoffe in die Verbrennungsräume der Motorzylinder weitergeleitet wird.

Auch der Pumpenkolben 32 des zweiten Pumpenaggregats 2 wird von dem Nocken 5a der Nockenwelle 5 über einen Rollenstößel 14 angetrieben und führt einen Saug- und einen Förderhub aus. Wie beim ersten Pumpenaggregat 2 ist der Pumpenkolben 32 durch ein Federelement 13 in Richtung des Saughubs vorgespannt.

Die Figur 4 zeigt einen Schnitt durch die Pumpe 1 mit dem ersten Pumpenaggregat 2 und dem zweiten Pumpenaggregat 3. Beide Pumpenaggregate 2, 3 werden von demselben Nocken 5a angetrieben, der sich im Ausführungsbeispiel im Uhrzeigersinn dreht.

Die Figur 4 zeigt den Moment, in dem das erste Pumpenaggregat 2 gerade das Ende des Saughubs erreicht hat, das heißt, in dem der Pumpenarbeitsraum 23 ein maximales Volumen aufweist. Das Einlassventil 7 ist noch geöffnet, sodass der Pumpenarbeitsraum 23 noch mit dem Einlass 2a des ersten Pumpenaggregats 2 fluidisch verbunden ist.

Gleichzeitig ist im zweiten Pumpenaggregat 3 das Ende des Förderhubs erreicht, das heißt, der Pumpenarbeitsraum 33 ist vollständig entleert und der einen Druck von 3000 bar aufweisende Dieselkraftstoff wurde durch den Auslass 3b des zweiten Pumpenaggregats 3 in z.B. einen gemeinsamen Hochdruckspeicher bzw. ein Sammelrohr (Rail) für die Versorgung der Einspritzventile (Injektoren) des Motors abgegeben.

Ein Vorteil dieser zweistufigen Druckerhöhung des Dieselkraftstoffes ist, dass das erste Pumpenaggregat 2 aus Komponenten einer Großserie zusammengesetzt werden kann, da Hochdruckpumpen, die einen Maximaldruck von z.B. 1200 bar erzeugen technisch beherrschbar und vielfach im Einsatz sind. Das zweite Pumpenaggregat 3 muss dagegen aus Komponenten zusammengesetzt werden, die aufgrund der großen Druckbelastung mit sehr großer Präzision hergestellt werden müssen, um die Hochdruckfestigkeit am Pumpenzylinder zu gewährleisten, z.B. durch die Art und Anzahl der Bohrungsverschneidungen, die Ausführung des Einlass- und Auslassventils, und/oder des Hubübertragungselements, beispielsweise dem Stößel.

Bezugszeichenliste

	1	Pumpe, Hochdruckpumpe
	1a	Pumpengehäuse
5	1b	Montageöffnung
	2	erstes Pumpenaggregat
	2a	Einlass
	2b	Auslass
	3	zweites Pumpenaggregat
10	3a	Einlass
	3b	Auslass
	4	Hochdruckverbindungsleitung
	5	Antriebswelle, Nockenwelle
	5a	Nocken
15	6	Flansch
	7	Einlassventil
	8	Aktuator
	9	Rollenstößel
	10	Federelement
20	11	Einlassventil
	12	Aktuator
	13	Federelement
	14	Rollenstößel
	22	Pumpenkolben
25	23	Pumpenarbeitsraum
	23a	Auslass
	32	Pumpenkolben
	33	Pumpenarbeitsraum
	33a	Auslass
30		

Patentansprüche

1. Hochdruckpumpe, umfassend

ein erstes Pumpenaggregat (2) zum Vorverdichten eines Me-
diums, mit einem Einlass (2a) für das vorzuverdichtende Medium
und einem Auslass (2b) für das im ersten Pumpenaggregat (2)
vorverdichtete Medium, und

ein zweites Pumpenaggregat (3) zum Endverdichten des im ersten
Pumpenaggregat vorverdichteten Mediums, mit einem Einlass

(3a) für das aus dem Auslass (2b) des ersten Pumpenaggregats
(2) austretende Medium und einem Auslass (3b) für das im
zweiten Pumpenaggregat (3) endverdichtete Medium, und

eine Hochdruckverbindungsleitung (4), die den Auslass (2b)
aus dem ersten Pumpenaggregat (2) mit dem Einlass (3a) in das
zweite Pumpenaggregat (3) verbindet, wobei

die beiden Pumpenaggregate (2, 3) in Reihe geschaltet sind.

2. Hochdruckpumpe nach Anspruch 1, wobei das erste Antriebs-

aggregat (2) und das zweite Antriebsaggregat (3) nacheinander

von einer gemeinsamen Antriebsvorrichtung betätigt werden.

3. Hochdruckpumpe nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei

das erste Pumpenaggregat (2) einen Differenzdruck von 800 bar
bis 1200 bar erzeugt und das zweite Pumpenaggregat (3) einen

Differenzdruck von über 1800 bar erzeugt.

4. Hochdruckpumpe nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei

eine Volumenstromregelung der Pumpe (1) vor dem oder über das
erste Pumpenaggregat (2) erfolgt, z.B. durch ein hydraulisch

kurz vor dem ersten Pumpenaggregat angeordnetes Volumen-
strom-Regelventil (VCV) oder durch ein digitales Einlass-
ventil (DIV) im ersten Pumpenaggregat (2).

5. Hochdruckpumpe nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei ein Durchmesser eines Pumpenkolbens (22) des ersten Pumpenaggregats (2) größer ist als ein Durchmesser eines Pumpenkolbens (32) des zweiten Pumpenaggregats (3).

5

6. Hochdruckpumpe nach einem der vorgehenden Ansprüche, wobei das erste Pumpenaggregat (2) und das zweite Pumpenaggregat (3) ein gemeinsames Pumpengehäuse (1a) aufweisen.

10 7. Hochdruckpumpe nach einem der vorgehenden Ansprüche 2 bis 6, wobei die Antriebsvorrichtung eine Nockenwelle (5) eines Verbrennungsmotors ist.

15 8. Hochdruckpumpe nach dem vorgehenden Anspruch, wobei ein einziger Nocken (5a) der Nockenwelle (5) beide Pumpenaggregate (2, 3) antreibt.

9. Verfahren zum Anheben eines Druckniveaus eines Ausgangsdrucks eines Mediums auf einen Enddruckwert, insbesondere von
20 wenigstens 3000 bar, wobei
in einem ersten Schritt das Medium mit dem Ausgangsdruck in ein erstes Pumpenaggregat (2) eingeleitet und in dem ersten Pumpenaggregat (2) von dem Ausgangsdruck auf ein erstes Druckniveau, insbesondere von 800 bar bis 1200 bar, angehoben
25 wird,
in einem zweiten Schritt das in dem ersten Pumpenaggregat (2) druckerhöhte Medium in ein zweites Pumpenaggregat (3) eingeleitet und in dem zweiten Pumpenaggregat (3) von dem ersten Druckniveau auf den Enddruckwert angehoben wird.

30

10. Verfahren nach Anspruch nach Anspruch 9, wobei das erste Pumpenaggregat (2) und das zweite Pumpenaggregat (3) von einer gemeinsamen Antriebsvorrichtung betätigt werden.

1/4

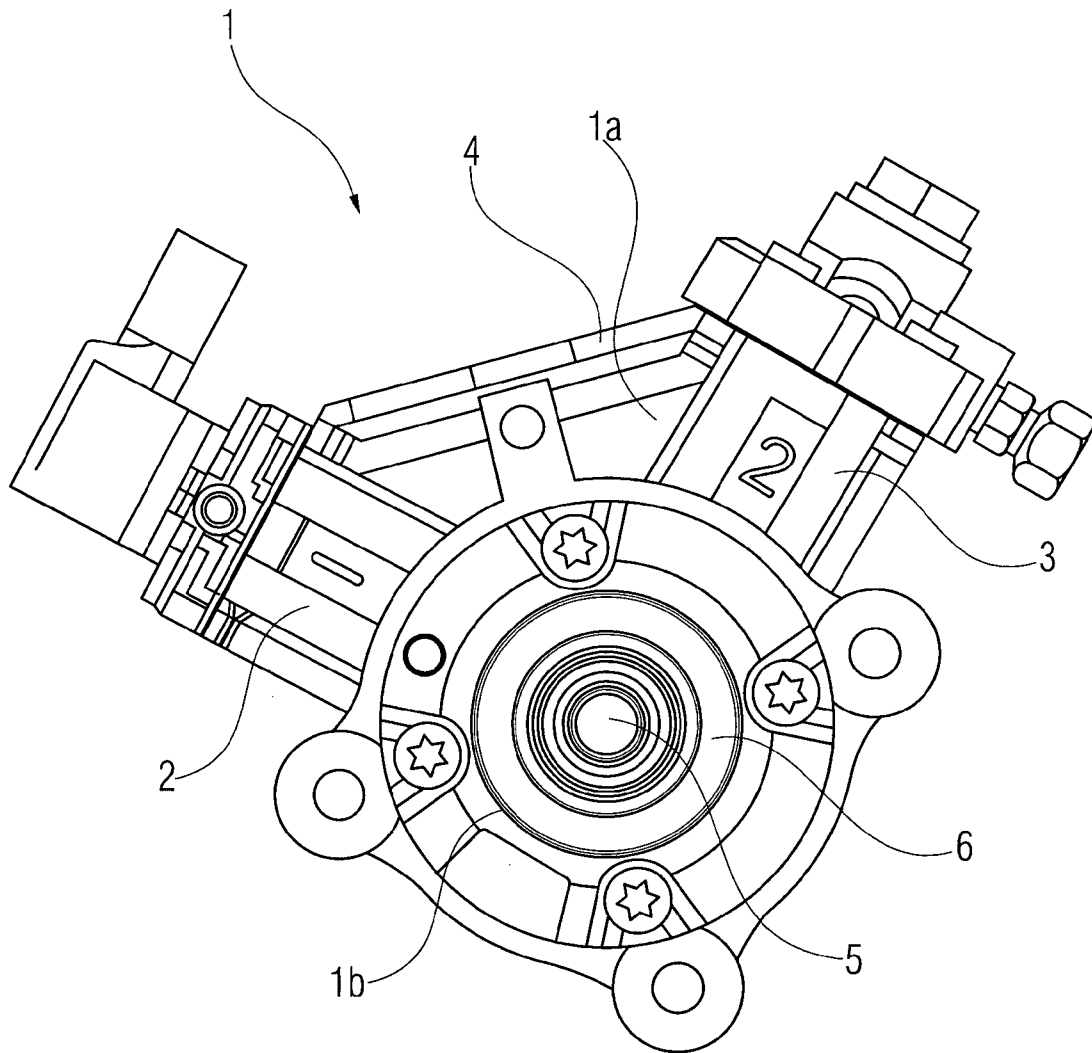


FIG 1

2/4

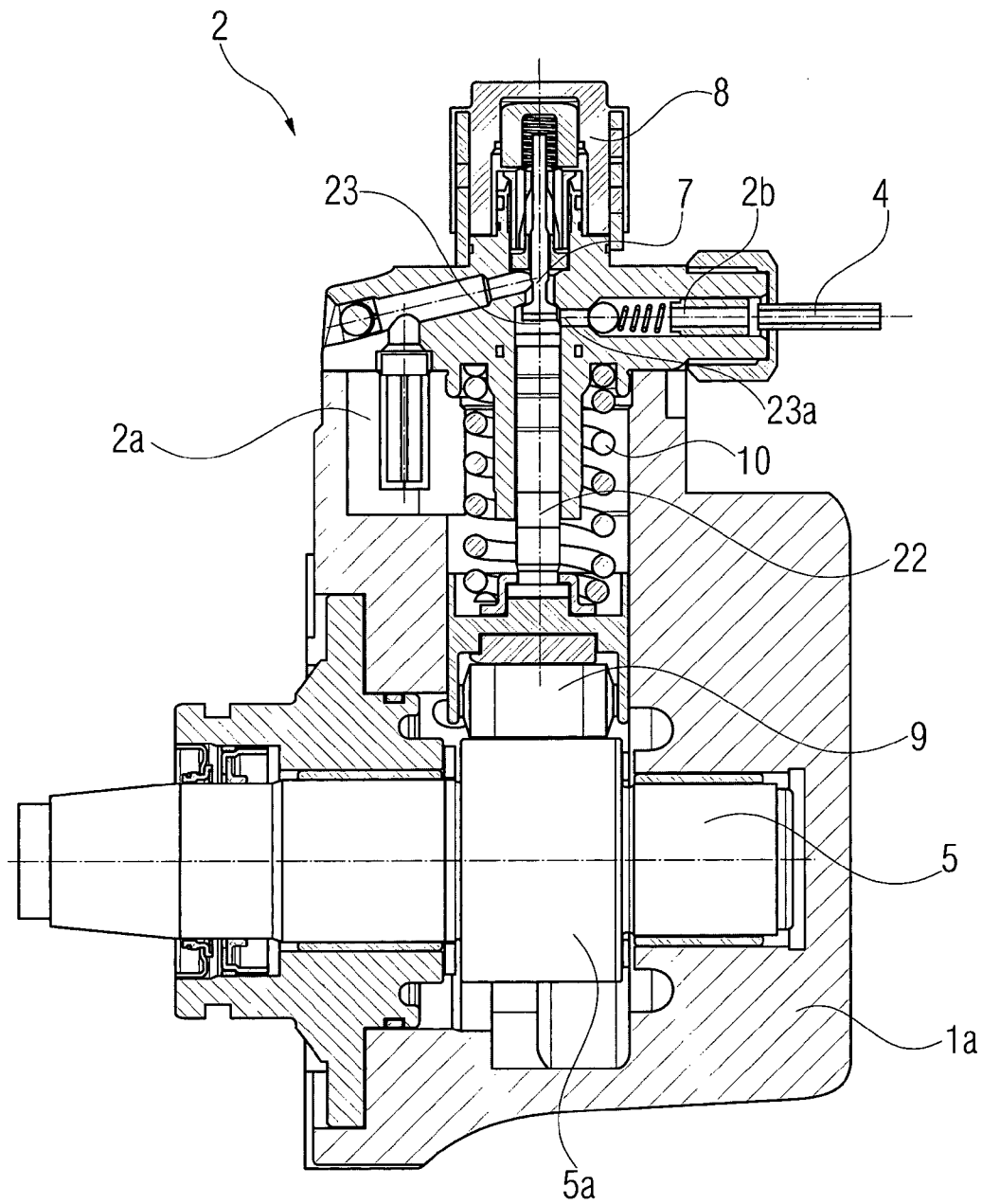


FIG 2

3/4

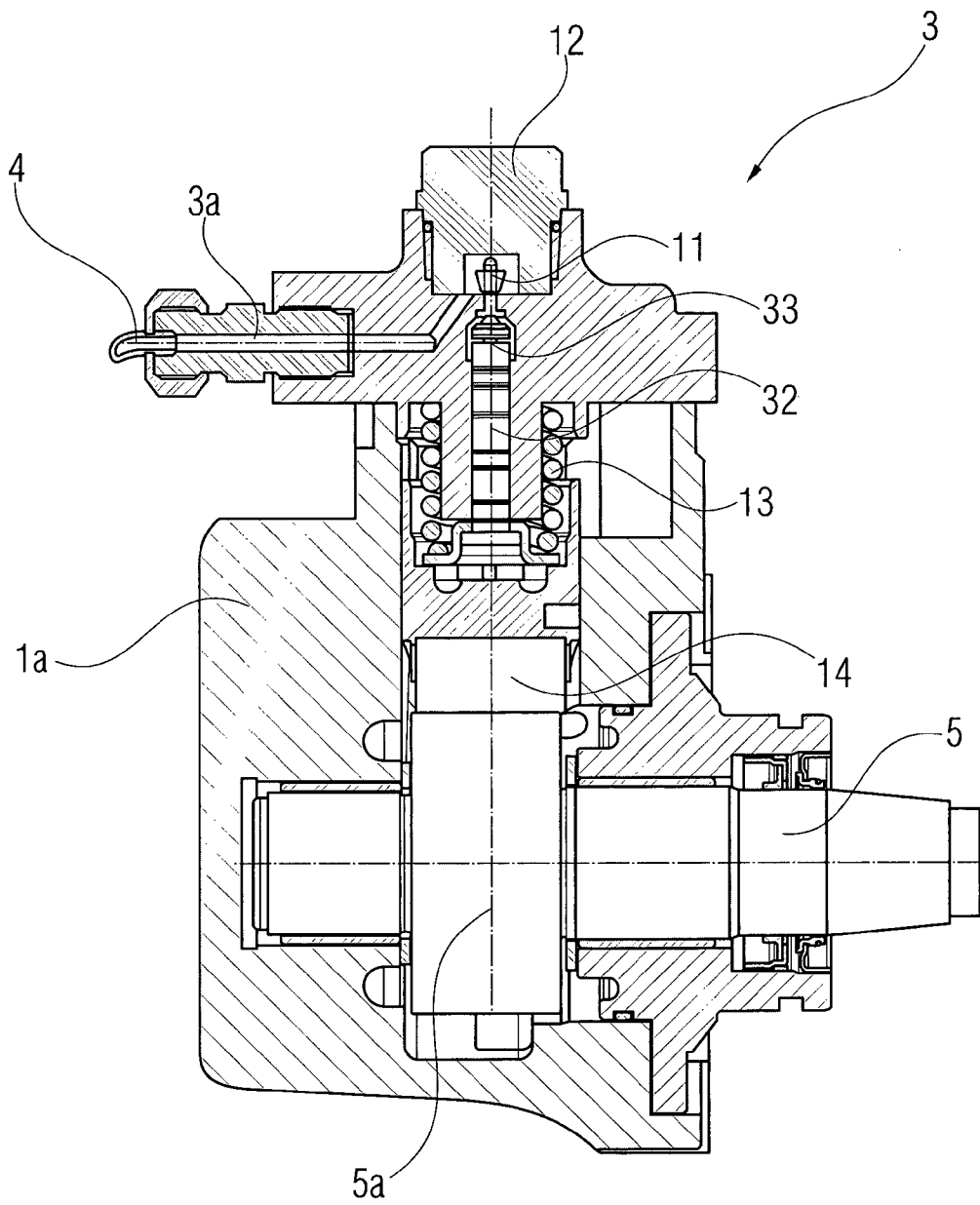


FIG 3

4/4

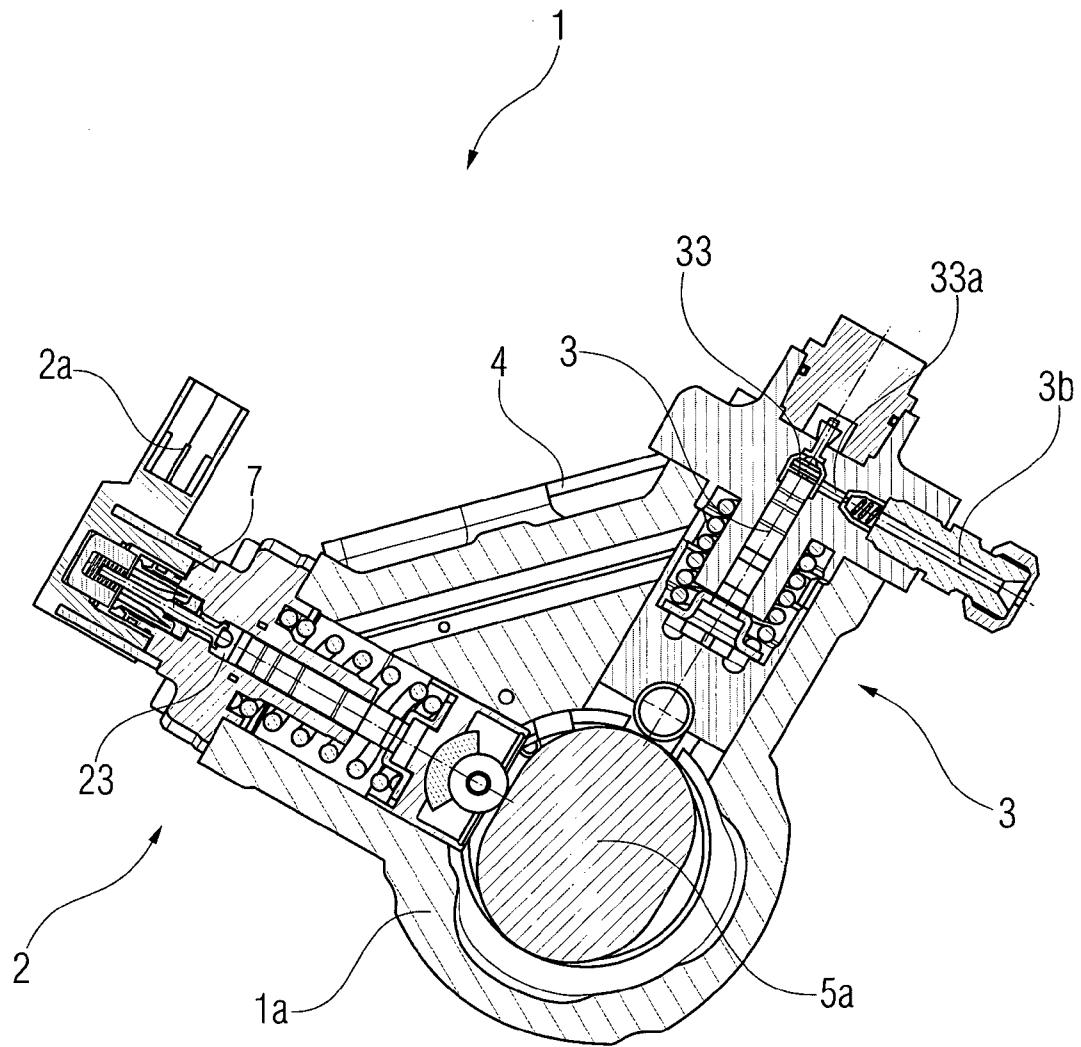


FIG 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/077349

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. F04B1/053 F02M59/06 F04B23/06
ADD.

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)

F04B F02M

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2004/027263 A1 (SIEMENS AG [DE]; VU NGOC-TAM [DE]; NIGRIN UWE [DE]) 1 April 2004 (2004-04-01) page 1 - page 6; figures 1-5 -----	1-10
X	DE 102 05 493 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28 August 2003 (2003-08-28) paragraphs [0001] - [0053]; figures 1-7 -----	1-10
X	GB 1 362 140 A (FICHTEL & SACHS AG) 30 July 1974 (1974-07-30) page 1, line 9 - page 3, line 78; figure 2 -----	1-10
X	EP 1 184 568 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 6 March 2002 (2002-03-06) paragraphs [0026] - [0053]; figures 1-4 ----- -/-	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family 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 application or patent 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

7 March 2014

Date of mailing of the international search report

17/03/2014

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Jurado Orenes, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/077349

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/201484 A1 (SHAFER SCOTT F [US] ET AL) 14 September 2006 (2006-09-14) paragraphs [0008] - [0028]; figures 1-3 -----	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/077349

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2004027263 A1	01-04-2004	DE 10243148 A1 WO 2004027263 A1	25-03-2004 01-04-2004
DE 10205493 A1	28-08-2003	NONE	
GB 1362140 A	30-07-1974	DE 2114691 A1 FR 2131732 A5 GB 1362140 A IT 949158 B	12-10-1972 10-11-1972 30-07-1974 11-06-1973
EP 1184568 A2	06-03-2002	DE 60107169 D1 DE 60107169 T2 EP 1184568 A2 GB 2366336 A	23-12-2004 15-12-2005 06-03-2002 06-03-2002
US 2006201484 A1	14-09-2006	CN 101137837 A DE 112006000563 T5 JP 2008536036 A US 2006201484 A1 WO 2006098830 A1	05-03-2008 17-01-2008 04-09-2008 14-09-2006 21-09-2006

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

INV. F04B1/053 F02M59/06 F04B23/06
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F04B F02M

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

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2004/027263 A1 (SIEMENS AG [DE]; VU NGOC-TAM [DE]; NIGRIN UWE [DE]) 1. April 2004 (2004-04-01) Seite 1 - Seite 6; Abbildungen 1-5 -----	1-10
X	DE 102 05 493 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 28. August 2003 (2003-08-28) Absätze [0001] - [0053]; Abbildungen 1-7 -----	1-10
X	GB 1 362 140 A (FICHTEL & SACHS AG) 30. Juli 1974 (1974-07-30) Seite 1, Zeile 9 - Seite 3, Zeile 78; Abbildung 2 -----	1-10
X	EP 1 184 568 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 6. März 2002 (2002-03-06) Absätze [0026] - [0053]; Abbildungen 1-4 ----- -/-	1-10

☒ 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" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. März 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17/03/2014

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Jurado Orenes, A

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2006/201484 A1 (SHAFER SCOTT F [US] ET AL) 14. September 2006 (2006-09-14) Absätze [0008] - [0028]; Abbildungen 1-3 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/077349

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2004027263	A1	01-04-2004	DE	10243148 A1		25-03-2004
			WO	2004027263 A1		01-04-2004

DE 10205493	A1	28-08-2003	KEINE			

GB 1362140	A	30-07-1974	DE	2114691 A1		12-10-1972
			FR	2131732 A5		10-11-1972
			GB	1362140 A		30-07-1974
			IT	949158 B		11-06-1973

EP 1184568	A2	06-03-2002	DE	60107169 D1		23-12-2004
			DE	60107169 T2		15-12-2005
			EP	1184568 A2		06-03-2002
			GB	2366336 A		06-03-2002

US 2006201484	A1	14-09-2006	CN	101137837 A		05-03-2008
			DE	112006000563 T5		17-01-2008
			JP	2008536036 A		04-09-2008
			US	2006201484 A1		14-09-2006
			WO	2006098830 A1		21-09-2006
