

(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
18. Mai 2012 (18.05.2012)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/062500 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B62D 5/04 (2006.01) **B62D 5/065** (2006.01)
B62D 5/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/066000

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. September 2011 (15.09.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 043 679.8
10. November 2010 (10.11.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **FORD GLOBAL TECHNOLOGIES, LLC** [US/US]; 330 Town Center Drive, Suite 800, FPS, Dearborn, Michigan 48126 (US).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **MÜLLER, Jens-Hauke** [DE/DE]; Schützenstr. 15, 42553 Velbert-Neviges (DE). **KIRSCHBAUM, Sven** [DE/DE]; Schlesienstr. 22, 40822 Mettmann (DE).

(74) Anwälte: **KAYSER, Martin** et al.; Goltsteinstr. 87, 50968 Köln (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

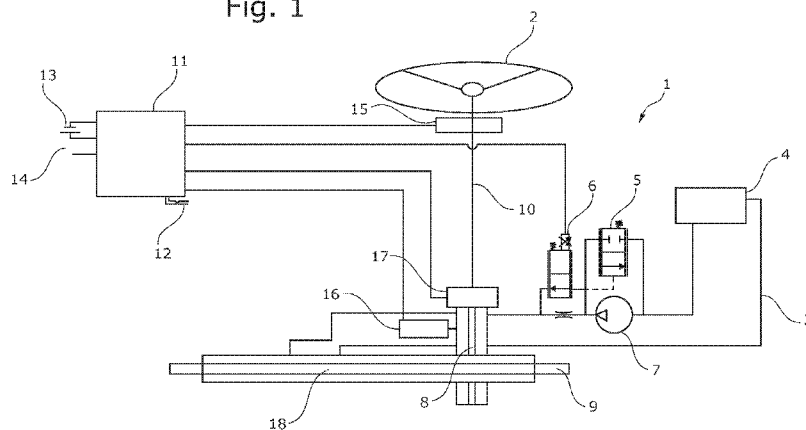
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(54) Title: HYDRAULIC POWER STEERING SYSTEM HAVING ASSISTANCE FORCE REDUCTION

(54) Bezeichnung : HYDRAULISCHE SERVO-LENKSYSTEM MIT UNTERSTÜTZUNGSKRAFTSENKUNG

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to a hydraulic power steering system (1) for carrying out the operating method according to one of the preceding claims, having: a steering mechanism (9), a hydraulic circuit (3), a steering cylinder (18) that is incorporated into the hydraulic circuit (3) and introduces an assistance force into a steering mechanism, a steering valve (8) which is incorporated into the hydraulic circuit (3) and sets the assistance force in dependence on a steering torque applied to the steering wheel (2), and also a hydraulic pump (6, 7) which feeds the hydraulic circuit (3), wherein the delivery volumetric flow of the hydraulic pump (6, 7) can be regulated and/or the valve characteristic of the steering valve (8) can additionally be modulated by an actuator (16), and means (15) for detecting the position of the steering mechanism (9). The system is characterized by a control unit (11) which is designed to reduce the assistance force in at least one predetermined position of the rack by reducing the delivery volume of the hydraulic pump (6, 7) and/or modulating the valve characteristic.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Die Erfindung betrifft ein hydraulisches Servo-Lenkssystem (1) zur Durchführung des Betriebsverfahrens gemäß einem der vorgenannten Ansprüche, aufweisend: ein Lenkgetriebe (9), einen Hydraulikkreis (3), einen in den Hydraulikkreis (3) eingebundenen, eine Unterstützungskraft in ein Lenkgetriebe einleitenden Lenkzylinder (18), ein in den Hydraulikkreis (3) eingebundenes Lenkventil (8), das die Unterstützungskraft in Abhängigkeit eines an einem Lenkrad (2) anliegenden Lenkmoments einstellt, sowie eine Hydraulikpumpe (6, 7), die den Hydraulikkreis (3) speist, wobei die Hydraulikpumpe (6, 7) hinsichtlich ihres Förder-Volumenstroms regulierbar ist und/oder die Ventilcharakteristik des Lenkventils (8) durch einen Aktuator (16) zusätzlich modulierbar ist, und Mittel (15) zur Detektion der Stellung der Lenkgetriebe (9). Das System zeichnet sich durch eine Steuereinheit (11) aus, die ausgelegt ist, dass die Unterstützungskraft bei wenigstens einer vorgegebenen Stellung der Zahnstange durch Absenken des Förder Volumens der Hydraulikpumpe (6, 7) und/oder Modulation der Ventilcharakteristik abgesenkt wird.

Bezeichnung: Hydraulische Servo-Lenksystem mit Unterstützungskraftsenkung

Die Erfindung betrifft ein Betriebsverfahren für ein hydraulisches Servo-Lenksystem insbesondere mit offener Mitte (Open-Center-Lenksystem), wobei ein die Unterstützungskraft in ein Lenkgetriebe einleitender Lenkzylinder über ein Lenkventil in einen Hydraulikkreislauf eingebunden ist und eine Hydraulikpumpe den Hydraulikkreislauf speist, d.h. das Hydraulikfluid mit Druck beaufschlagt.

Ein übliches hydraulisches Lenkhilfesystem eines Kraftfahrzeugs, bspw. eines Personenkraftwagens, dient der Lenkverstellung der Räder, insbesondere der Vorderräder, eines zweispurigen Kraftfahrzeugs. Mittels eines Lenkgetriebes werden die Räder um ihre Lenkachse verschwenkt oder eingeschlagen. Initiiert wird dies vom Fahrer des Kraftfahrzeugs mit seinem Lenkrad, das über eine Lenkspindel unter Zwischenschaltung eines sog. Torsionsstabes mit dem Lenkgetriebe verbunden ist. In dieses Lenkgetriebe kann über einen als hydraulischen Gleichlaufzylinder ausgebildeten sog. Lenkzylinder eine Unterstützungskraft eingeleitet werden. Dies erfolgt in Abhängigkeit von einem vom Fahrer mit seinem Lenkrad vorgegebenen Lenkeinschlag über ein Lenkventil, dessen Betätigung an den Torsionsstab bzw. an das an diesem anliegenden Torsionsmoment gekoppelt ist, was wiederum dem vom Fahrer aufgebrauchten Lenkmoment entspricht. Damit gibt das Lenkventil die Abhängigkeit zwischen Lenkmoment und Unterstützungskraft vor.

Derartige übliche hydraulische Lenkhilfesysteme bzw. Servo-Lenksysteme für Kraftfahrzeuge zeichnen sich durch eine hohe Energiedichte, hohe maximale Kräfte und ein gutes dynamisches Verhalten aus. Nachteilig bei diesen üblichen auf dem Markt befindlichen Systemen ist jedoch deren relativ schlechter Wirkungsgrad, der durch hohe Verlustleistungen bedingt ist, und den Kraftstoffverbrauch des Kraftfahrzeugs bzw. von dessen auch die Lenkhilfe-Energie bereitstellenden Antriebsaggregat erhöht. Der Grund für die relativ hohe Verlustleistung ist das angewandte Wirkprinzip der Widerstandssteuerung mit einem konstanten Hydraulik-Volumenstrom. Das Lenkventil, welches den hydraulischen Differenzdruck im Lenkzylinder steuert und damit den Unterstützungsdruck vorgibt, weist in der Regel eine geöffnete Mittelstellung ("offene Mitte", "open-center", "Schwimmstellung") auf, in der das Lenkventil permanent durchflossen wird, also der sogenannte Druckbereich und der

sogenannte Tankbereich des Hydraulikkreises ebenso wie die beiden Kammern des Lenkzylinders miteinander verbunden sind. Aufgrund des Durchflusswiderstandes sämtlicher Hydraulikleitungen und der weiteren durchströmten Komponenten, wie beispielsweise Lenkventil, Filter, Kühler, wird eine Verlustleistung erzeugt, welche die letztendlich zur Unterstützung des Fahrers notwendige Lenkleistung um ein Vielfaches übersteigt. Insbesondere beim Lenken gegen die mechanischen Endanschläge der Zahnstange, die die Verschiebebeweglichkeit der Zahnstange und damit die Verschwenkbarkeit der Räder begrenzen, wird besonders viel hydraulische Leistung verbraucht, welche zu einer Erhöhung der Temperatur des Hydraulikmediums sowie zur bereits genannten Erhöhung des Kraftstoffverbrauches des Kraftfahrzeugs führt, nachdem dessen Antriebsaggregat direkt oder indirekt die Hydraulikpumpe zur Förderung des die Lenkunterstützung liefernden Hydraulikmediums antreibt. Ferner ist es bei den bekannten Systemen möglich, durch Halten der Lenkung am Endanschlag die Hydraulikpumpe zu überhitzen und zu zerstören. Auch wird das dabei von der Pumpe abgegebene Geräusch („Heulen“) als unangenehm empfunden. Auch sind die meist an der Zahnstange und an dem die Zahnstange verschiebbar lagernden Lenkungsgehäuse vorgesehenen Endanschläge nachteilig so stabil auszulegen, dass Sie der Beanspruchung dauerhaft standhalten.

Es besteht daher das allgemeine Bestreben, die Verluste des hydraulischen Systems zu verringern. Unter der Prämisse Kraftstoff zu sparen, besteht ferner die Absicht, die Fahrzeugkomponenten leichter und/oder kleiner ausbilden zu können.

Vor dem Hintergrund der Nachteile des Standes der Technik ist es daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine hydraulisches Servo-Lenksystems hinsichtlich Gewicht, Zuverlässigkeit, Geräusch und/oder Wirkungsgrad zu verbessern.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 sowie den nebengeordneten Vorrichtungsanspruch gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind jeweils Gegenstand der abhängigen Ansprüche. Es ist darauf hinzuweisen, dass die in den Patentansprüchen einzeln aufgeführten Merkmale in beliebiger, technologisch sinnvoller Weise miteinander kombiniert werden können und weitere Ausgestaltungen der Erfindung aufzeigen. Die Beschreibung,

insbesondere im Zusammenhang mit den Figuren, charakterisiert und spezifiziert die Erfindung zusätzlich.

Das erfindungsgemäße Betriebsverfahren für ein hydraulisches Servolenksystem sieht vor, dass ein die Unterstützungskraft in ein Lenkgetriebe einleitender Lenkzylinder über ein Lenkventil, dessen Lenkventilöffnung die Unterstützungskraft vorgibt, in einen Hydraulikkreis eingebunden ist. Der Hydraulikkreis wird mittels einer Hydraulikpumpe gespeist, die das Hydraulikfluid mit Druck beaufschlagt, um eine Zirkulation zu bewirken. Erfindungsgemäß sind ferner Mittel zur Detektion der Stellung des Lenkgetriebes vorgesehen, mit denen eben diese Stellung detektiert werden kann. Derartige Mittel umfassen nicht nur Mittel die eine Detektion dieser Stellung unmittelbar am Lenkgetriebe, wie der Zahnstange vornehmen, sondern auch die Stellung indirekt detektieren, also an Komponenten die sich relativ mit der Zahnstange bewegen. Bevorzugt handelt es sich um einen Lenkwinkelsensor, der beispielsweise den Einschlagwinkel des Lenkrades an der Lenkstange detektiert. Es ist ferner denkbar, den Lenkwinkel an der Verschwenkbewegung bzw. -Stellung eines durch die Zahnstange angetriebenen Achsschenkels zu detektieren.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Unterstützungskraft bei wenigstens einer vorgegebenen Stellung des Lenkgetriebes, beispielsweise der Zahnstange, gesenkt wird. Darunter ist zu verstehen, dass eine stellungsabhängige Beeinflussung des Lenksystems erfolgt, die in einer Reduzierung der Unterstützungskraft gegenüber dem unbeeinflussten Lenksystem resultiert. Dies geschieht beispielsweise unter anderem mittels einer Steuereinheit die Stellungen detektion ausgewertet und eine Senkung der Unterstützungskraft bewirkt.

Dadurch kann stellungsabhängig der Wirkungsgrad und damit die Gesamtenergiebilanz des hydraulischen Systems verbessert werden. Bevorzugt sind zwei den jeweiligen Endstellungen der Zahnstange zugeordnete, vorgegebene Stellungen vorgesehen. Die Stellungen können, müssen aber nicht zwangsläufig gleich sein müssen. Dadurch, dass bestimmungsgemäß die Unterstützungskraft an den Endstellungen gesenkt wird, sind die mechanischen Anforderungen an die Anschlagseinrichtungen, die die Relativverschiebung zwischen Zahnstange und Lenkungsgehäuse begrenzen, geringer. Es kann

Gewicht bei dem Gesamtsystem eingespart werden und damit Kraftstoff bei dem so ausgerüsteten Kraftfahrzeug eingespart werden. Ferner kann ein die Pumpe vor Überbelastung bei Erreichen der Endanschläge schützendes Überdruckventil vorteilhaft entfallen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform kann der von der Hydraulikpumpe geförderte Volumenstrom verstellt bzw. eingestellt werden, wobei dies an der Pumpe selbst oder einem nachgeschalteten Ventil geregelt werden kann. Beispielsweise erfolgt die Verstellung elektromechanisch, elektrohydraulisch oder hydraulisch. Der Begriff regulierbar ist weit auszulegen und umfasst die Möglichkeit, dass die Hydraulikpumpe jedoch auch zwischen zwei oder mehr Förderstufen mit unterschiedlichem Förder-Volumenstrom schaltbar ist. Eine regelbare Hydraulikpumpe im Sinne der Erfindung kann auch vom Antriebsaggregat des Fahrzeugs über eine regelbare Kupplung angetrieben werden. Erfindungsgemäß wird bei Erreichen der vorbestimmten Stellung das Fördervolumen gesenkt. Dadurch wird der Geräuschpegel gesenkt und insbesondere an den Endstellungen der Zahnstange die Belastung der Hydraulikpumpe vermindert. Dadurch werden die Komponenten des Hydraulikkreises geschont. Aufgrund der einfachen Regulierbarkeit wird die Hydraulikpumpe bevorzugt elektromotorisch angetrieben.

Das Lenkventil bewirkt das Einstellen der Unterstützungskraft durch Variation einer Lenkventilöffnung des Lenkventils und damit in direkter Abhängigkeit eines an einem Lenkrad anliegenden Lenkmoments. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Lenkventil ein Ventil mit offener Mitte. Ein großer Vorteil von Lenkhilfesystemen mit offener Mitte (und einem konstanten Volumenstrom) ist die ausgezeichnete Regelbarkeit des Lenkdifferenzdruckes im Lenkzylinder. Dies beruht auf der Tatsache, dass sich bei relativ großen Verstellwegen des Lenkventils der hydraulische Volumenstrom im Lenkhilfesystem kontinuierlich und ohne sprunghafte Änderungen des Durchflusses einstellen lässt.

In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist gleichzeitig und zusätzlich das Verhältnis zwischen Lenkventilöffnung und anliegendem Lenkmoment damit die Ventilcharakteristik (auch „Boost-Kurve“ genannt) des Lenkventils durch einen Aktuator modulierbar. Derartige Lenkventile sind beispielsweise aus der DE 102007028529 A1, der EP 1514766 A1 und der DE 102004015991A1 bekannt

und wurden unter dem Begriff „Momentenüberlagerung“ entwickelt, um die Funktionalität der hydraulischen Lenkung im Hinblick auf automatisches Einparken und Spurhaltefunktionen zu erweitern. Während bei herkömmlichen Lenkventilen die Lenkventilöffnung und damit die einsetzende Lenkunterstützung in direktem Zusammenhang zu dem am Lenkrad aufgebrauchten Lenkmoment steht, ist hier eine zusätzliche überlagerte Verstellung durch einen Aktuator ermöglicht. Beispielsweise sind bei einer herkömmlichen Lenkung die mit der Zahnstange in Eingriff stehende Ritzelwelle und die Ventilhülse fest miteinander verbunden, während bei diesen erfindungsgemäßen Ventilen beispielsweise eine durch den Aktuator bewirkte Relativbewegung ermöglicht ist. Hierzu gibt es verschiedene, dem Fachmann geläufige, technische Ansätze.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung weist das Lenkventil ein Planetengetriebe zur Modulierung der Ventilcharakteristik durch den Aktuator auf. Derartige Lenkventile zeichnen sich durch eine besonders schnelle und präzise Verstellbarkeit der Ventilcharakteristik aus. Ein derartiges Lenkventil ist aus der DE 102004049686 A1 bekannt. Noch bevorzugter ist die in der DE 102009029532 A1 beschriebene Ausgestaltung, die insbesondere hierin vollumfänglich durch Bezugnahme umfasst ist. Der Aktuator ist beispielsweise ein Schrittmotor oder ein Servomotor.

Erfindungsgemäß wird diese Funktionalität der Momentenüberlagerung eben nicht oder eben nicht nur für ein aktives Lenken sondern nun dazu genutzt, der Unterstützungskraft zahnstangenstellungsabhängig zu reduzieren. Dies kann ohne aber auch zusätzlich zur Absenkung des Förder-Volumens der Hydraulikpumpe erfolgen. Neben den zuvor genannten Vorteilen kann so ein ruhigeres Ansprechverhalten der Lenkung über den gesamten Lenkbereich erreicht werden.

Bevorzugt erfolgt die Absenkung der Unterstützungskraft nicht nur bei Erreichen einer vorgegebenen Stellung, sondern sie erfolgt schon vorher mit Annäherung an die wenigstens eine vorgegebene Stellung kontinuierlich. Dadurch wird ein als besonders angenehm wahrgenommenes Lenkverhalten erreicht. Insbesondere wird bei hohen Lenkwinkelgeschwindigkeiten erreicht, dass mit Erreichen der vorgegebenen Stellung die Unterstützungskraft gesenkt ist. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung wird die Lenkgeschwindigkeit ermittelt und in

Abhängigkeit dieser Geschwindigkeit die Annäherungsgrenze an die vorbestimmte Stellung festgelegt, bei der Absenkung die Unterstützungskraft einsetzt und/oder die Stärke der kontinuierlichen Absenkung festgelegt.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Variation der Unterstützungskraft nicht nur stellungsabhängig, sondern auch als Funktion des Lenkmomentes darstellbar.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung wird die Unterstützungskraftabsenkung mit Entfernung der Zahnstange von der wenigstens einen vorgegebenen Stellung wenigstens abschnittsweise kontinuierlich wieder zurückgenommen. Beispielsweise kann die Rücknahme bei gleicher Änderung des Lenkwinkels stärker sein, als bei der zuvor beschriebenen kontinuierlichen Absenkung, um schneller die unbeeinflusste Unterstützungskraft zu erreichen.

Die Stellungen detektion kann auch dazu genutzt werden, die Absenkung zu variieren. Beispielsweise wird bei einer Entfernungsbewegung von der vorgegebenen Stellung und einem Wechsel in eine Annäherungsbewegung vor dem Überschreiten der Annäherungsgrenze eine stärkere Absenkung der Unterstützungskraft gewählt, als sie bei einer Annäherung aus einer Stellung jenseits der Annäherungsgrenze gewählt wäre.

Die Erfindung betrifft ferner ein hydraulisches Servo-Lenksystem zur Durchführung des Betriebsverfahrens in einer der zuvor beschriebenen Ausführungsformen, welches Folgendes aufweist: einen Hydraulikkreis, ein in den Hydraulikkreis eingebundener, eine Unterstützungskraft in ein Lenkgetriebe einleitender Lenkzylinder, ein in den Hydraulikkreis eingebundenes Lenkventil, das die Unterstützungskraft in Abhängigkeit eines an einem Lenkrad anliegenden Lenkmomentes einstellt, sowie eine Hydraulikpumpe, die den Hydraulikkreis speist, wobei die Hydraulikpumpe hinsichtlich ihres Förder-Volumenstroms regulierbar ist und/oder die Ventilcharakteristik des Lenkventils durch einen Aktuator zusätzlich modulierbar ist, und Mittel zur Detektion der Stellung der Zahnstange. Das erfindungsgemäße Servo-Lenksystem zeichnet sich dadurch aus, dass eine Steuereinheit vorgesehen ist, die ausgelegt ist, dass die

Unterstützungskraft bei wenigstens einer vorgegebenen Stellung der Zahnstange durch Absenken des Fördervolumens der Hydraulikpumpe und/oder Modulation der Ventilcharakteristik abgesenkt wird.

Die Erfindung sowie das technische Umfeld werden nachfolgend anhand der Figuren näher erläutert. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Figuren eine besonders bevorzugte Ausführungsvariante der Erfindung zeigen, diese jedoch nicht darauf beschränkt ist. Es zeigen schematisch:

Figur 1 eine schematische Ansicht einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen, hydraulischen Servo-Lenksystems.

Figur 2 eine Darstellung der stellungsabhängigen Absenkung der Unterstützungskraft.

Figur 1 zeigt schematisch eine Ausführungsform des erfindungsgemäßen, hydraulischen Servo-Lenksystem 1. Es handelt sich um ein sogenanntes offenes hydraulisches System. Die nicht dargestellten Räder werden über eine verschiebbare Zahnstange 9 verschwenkt. Die Verschiebung der Zahnstange 9 wird durch Verstellen eines Lenkrades 2 bewirkt, das über eine Lenkstange 10, auch Lenkspindel genannt, in Eingriff mit der Zahnstange 9 steht. Ein lediglich schematisch angedeuteter Lenkzylinder 18 bewirkt in Abhängigkeit des vom Fahrer aufgebrauchten Lenkmoments eine Unterstützungskraft in die jeweilige Lenkrichtung. Der Lenkzylinder 18 wird dazu mit hydraulischem Druck eines Hydraulikkreises 3 beaufschlagt. Der Hydraulikkreis 3 umfasst einen Vorratsbehälter 4, eine Hydraulikpumpe 7, ein Überdruckventil 5, einen regelbaren Bypass 6 sowie ein Lenkventil 8. Das Lenkventil 8 dient der Einstellung der Unterstützungskraft in Abhängigkeit des vom Fahrer am Lenkrad 2 angelegten Lenkmoments. In der gezeigten Ausführungsform ist das Lenkventil 8 bezüglich seiner Ventilcharakteristik mittels eines elektromotorischen Aktuator 16 regelbar und damit ist die Unterstützungskraft durch den Aktuator 16 modulierbar. Gleichzeitig ist der von der Hydraulikpumpe erzeugte Volumenstrom des Hydraulikkreises in Richtung Lenkventil 8 durch ein elektrisch verstellbares Bypassventil 6 regulierbar. Das Bypassventil 6 und der Aktuator 16 werden durch eine Steuereinheit 11 angesteuert. Die Steuereinheit 11 erhält ferner Messwerte von einem Lenkwinkelsensor 15 und einem Momentsensor 17. Die Steuereinheit wird von einer Fahrzeugspannungsversorgung 13 gespeist und wird über das Zündspannungssignal 14 ein- bzw. ausgeschaltet. Über ein Bussystem 12 (beispielsweise CAN-Bus) kommuniziert die Steuereinheit 11 mit weiterer nicht dargestellter Fahrzeugelektronik beispielsweise der Motorsteuerung und erhält beispielsweise Information betreffend die momentane Fahrzeuggeschwindigkeit.

Von dem Lenkwinkelsensor 15 erhält das Steuersystem die Stellungsinformation der Zahnstange 9. Bei Annäherung an die beiden Endstellungen der Zahnstange wird mittels Verstellung der Ventilcharakteristik des Lenkventils 8 durch den Aktuator 16 und/oder durch Absenkung des Fördervolumens durch Verstellung des Bypassventils 6 die Unterstützungskraft abgesenkt. Damit werden die Belastungen der Komponenten beim Anschlagen der Zahnstange 9 bei Erreichen ihrer Endstellungen beispielsweise an das Lenkungsgehäuse minimiert. Das bei der in der Figur 1 dargestellten Ausführungsform gezeigte Überdruckventil 5, welches die Pumpe 7 vor Überlastung schonen soll, wenn die Zahnstange 9 gegen den jeweiligen Anschlag verschoben wird, kann vorteilhaft entfallen.

In Fig. 2 wird am Beispiel der Beeinflussung d.h. der Verstellung der Ventilcharakteristik des Lenkventils 8 die erfindungsgemäße Vorgehensweise erläutert. Es ist die Beeinflussung dieser Ventilcharakteristik des Lenkventils in Abhängigkeit des Lenkwinkels dargestellt. Beispielsweise bemisst sich der Beeinflussungsgrad mit dem Maß der Relativverdrehung der Lenkventilhülse. Es dürfte dem Fachmann klar sein, dass in Abhängigkeit des anliegenden Lenkmoments die Unterstützungskraft variieren kann und hier nur der lenkwinkelabhängige Grad der Beeinflussung dieser Unterstützungskraft dargestellt ist. Die Nulllage definiert die Unterstützungskraft zum Zeitpunkt des Aktivwerdens der beschriebenen Funktionalität. Hierbei können aber durchaus bereits andere Funktionalitäten aktiv sein, welche sich entweder der Variation der Unterstützungskraft des Lenkventiles durch den Aktuator und/oder der Hydraulikpumpe bedienen. Prinzipiell wird aber davon ausgegangen, dass in der Nulllage keine Beeinflussung vorgesehen und die Unterstützungskraft nur durch das Lenkventil und gegebenenfalls durch den Volumenstrom der Hydraulikpumpe eingestellt wird. Der maximale Lenkwinkel wird durch die vorgegebene Endstellung der Zahnstange vorgegeben. Mit größer werdendem Lenkwinkel und bei Überschreiten einer Annäherungsgrenze nimmt die durch den Aktuator bewirkte Verstellung des Lenkventils und damit der Grad der Lenkventilbeeinflussung linear oder progressiv oder degressiv zu, um eine Abnahme der Unterstützungskraft gegenüber einem unverstellten Lenkventil zu bewirken, siehe Kurve 1. Bei der umgekehrten Lenkbewegung, weg von der vorgegebenen Endstellung, wird nach einem Abschnitt mit unveränderter Lenkventileinstellung (Darstellung einer Hysterese um z.B. einen

„Gummibandeffekt“ zu vermeiden) die Lenkventilcharakteristik besonders schnell hin zu ihrer Nulllage zurückverstellt, um schon vor der Annäherungsgrenze den unbeeinflussten Zustand, also die Nulllage, zu erreichen, siehe Kurve 2. Bei einer Entfernungsbewegung von der vorgegebenen Endstellung und einem Wechsel in eine Annäherungsbewegung vor dem Überschreiten der Annäherungsgrenze ist eine starke Absenkung der Unterstützungskraft und damit eine größerer Verstellgrad der Ventilcharakteristik in Abhängigkeit des Lenkwinkels vorgesehen, als sie bei einer Annäherung aus einer Stellung jenseits der Annäherungsgrenze vorgesehen ist.

Patentansprüche

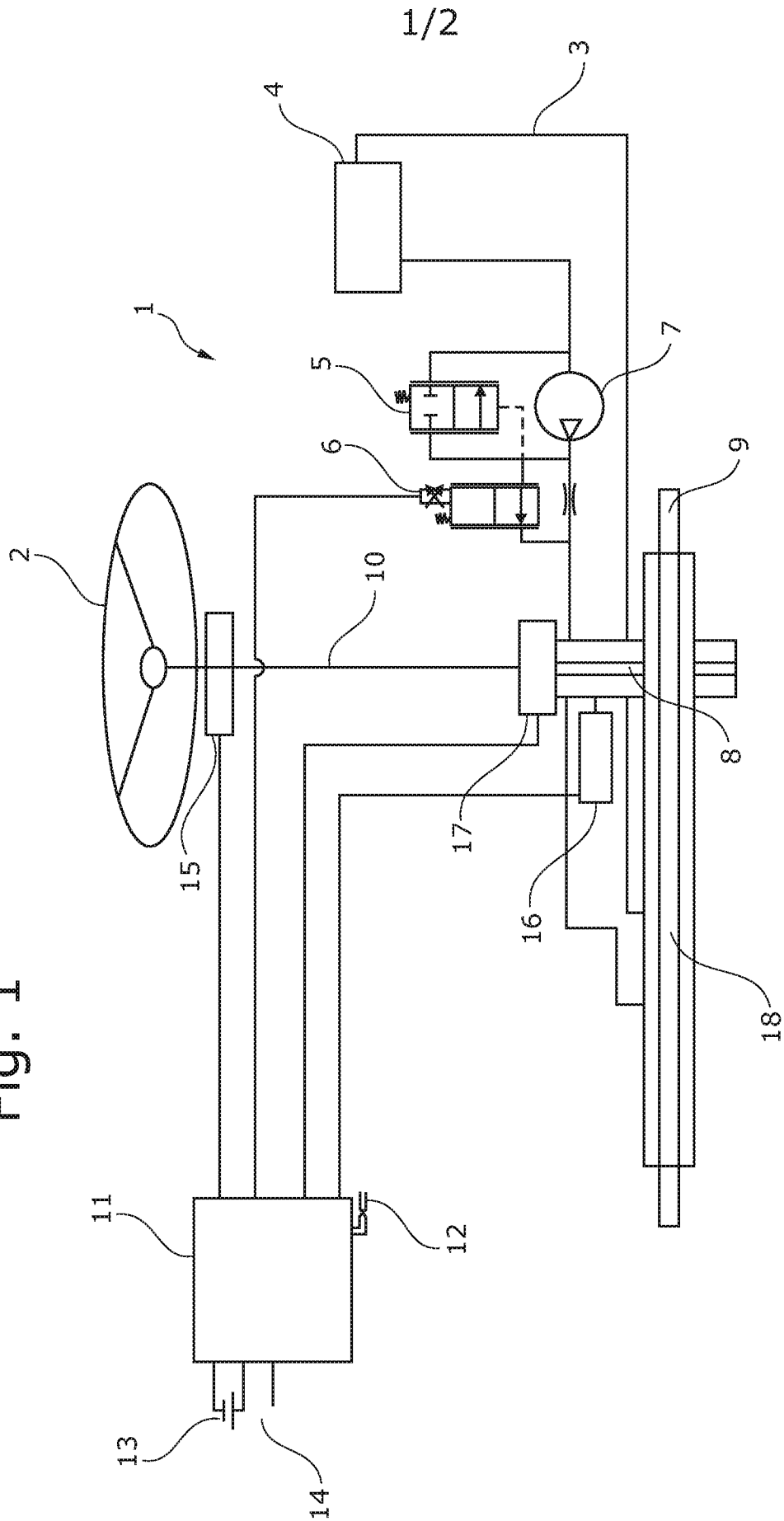
1. Betriebsverfahren für ein hydraulisches Servo-Lenksystem, bei dem ein die Unterstützungskraft in ein Lenkgetriebe einleitender Lenkzylinder über ein Lenkventil, dessen Lenkventilöffnung in Abhängigkeit eines an einem Lenkrad anliegenden Lenkmoments die Unterstützungskraft vorgibt, in einen Hydraulikkreis eingebunden ist, und der Hydraulikkreis von einer Hydraulikpumpe gespeist wird, dadurch gekennzeichnet, dass ferner die Stellung des Lenkgetriebes, beispielsweise der Zahnstange, detektiert wird und die Unterstützungskraft bei wenigstens einer vorgegebenen Stellung des Lenkgetriebes abgesenkt wird.
2. Verfahren gemäß Anspruch 1, wobei der Förder-Volumenstrom der Hydraulikpumpe regulierbar ist und die stellungsabhängige Absenkung der Unterstützungskraft durch eine Absenkung des Fördervolumens der Hydraulikpumpe bewirkt wird.
3. Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ventilcharakteristik des Lenkventils durch einen Aktuator modulierbar ist und dass die Absenkung der Unterstützungskraft durch Modulierung der Ventilcharakteristik mittels des Aktuators bewirkt wird.
4. Betriebsverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei den jeweiligen Endstellungen der Zahnstange zugeordnete, vorgegebene Stellungen vorgesehen sind.
5. Betriebsverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Absenkung der Unterstützungskraft mit Annäherung wenigstens ab Überschreiten einer Annäherungsgrenze an die wenigstens eine vorgegebene Stellung kontinuierlich abgesenkt wird.
6. Betriebsverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Annäherungsgrenze und/oder die Stärke der kontinuierlichen Absenkung der Unterstützungskraft bei Annäherung an

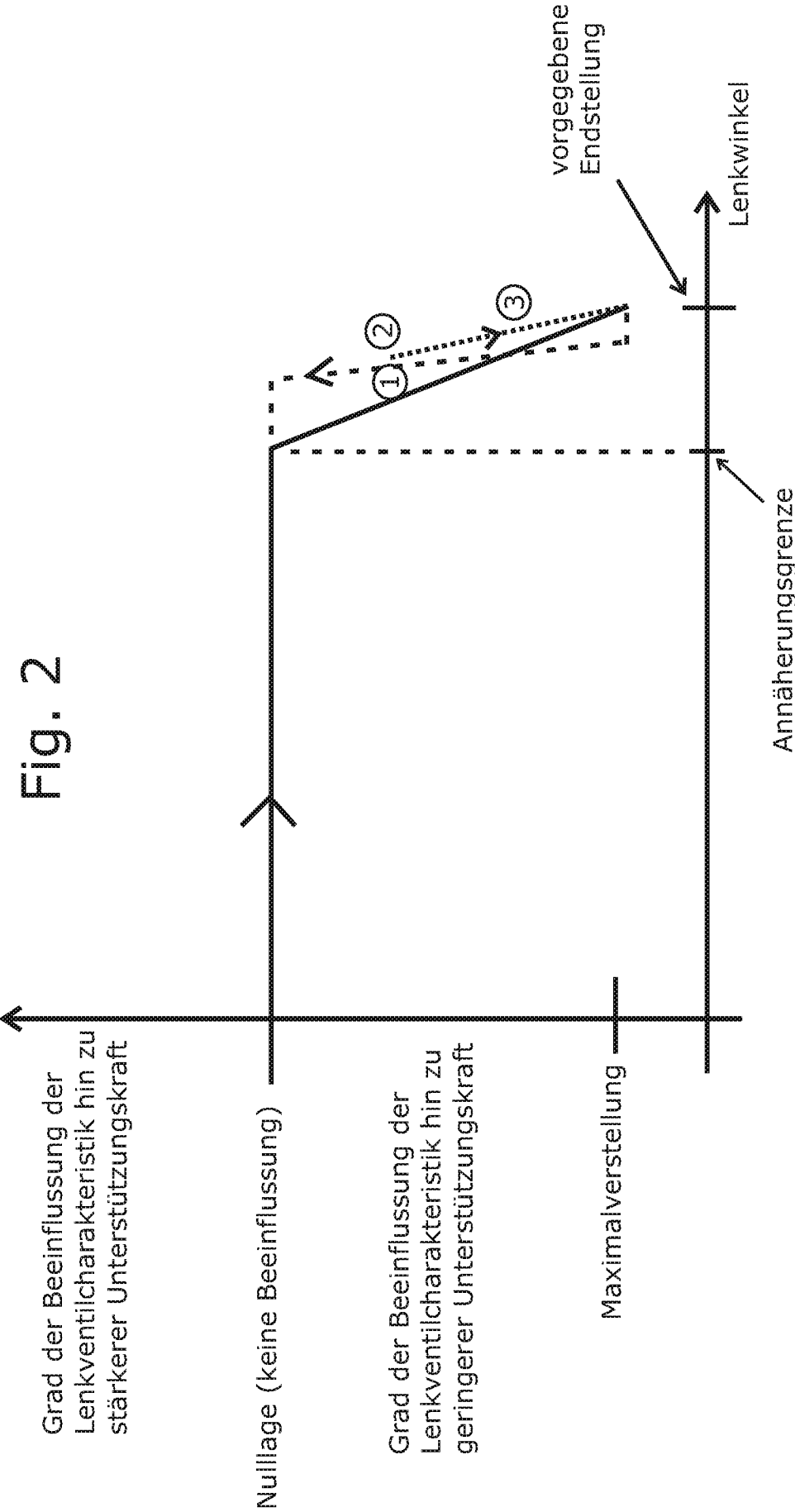
die wenigstens eine vorgegebene Stellung in Abhängigkeit der Lenkwinkelgeschwindigkeit erfolgt.

7. Betriebsverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Variation der Unterstützungskraft als Funktion des Lenkmoments darstellbar ist.
8. Betriebsverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass diese Absenkung der Unterstützungskraft mit Entfernung der Zahnstange von der wenigstens einen vorgegebenen Stellung wenigstens abschnittsweise kontinuierlich zurückgenommen wird.
9. Betriebsverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellung der Zahnstange mit einem Lenkwinkelsensor detektiert wird.
10. Betriebsverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Lenkventil ein Planetengetriebe zur Modulierung der Ventilcharakteristik durch den Aktuator aufweist.
11. Betriebsverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hydraulikpumpe elektromotorisch angetrieben wird.
12. Betriebsverfahren gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Aktuator ein elektromechanischer Aktuator, beispielsweise ein Schrittmotor oder ein Servomotor ist.
13. Hydraulisches Servo-Lenkssystem (1) zur Durchführung des Betriebsverfahrens gemäß einem der vorgenannten Ansprüche, aufweisend: ein Lenkgetriebe (9), einen Hydraulikkreis (3), einen in den Hydraulikkreis (3) eingebundenen, eine Unterstützungskraft in ein Lenkgetriebe einleitenden Lenkzylinder (18), ein in den Hydraulikkreis (3) eingebundenes Lenkventil (8), das die Unterstützungskraft in Abhängigkeit eines an einem Lenkrad (2) anliegenden Lenkmoments einstellt, sowie eine Hydraulikpumpe (6, 7), die den Hydraulikkreis (3) speist, wobei die

Hydraulikpumpe (6, 7) hinsichtlich ihres Förder-Volumenstroms regulierbar ist und/oder die Ventilcharakteristik des Lenkventils (8) durch einen Aktuator (16) zusätzlich modulierbar ist, und Mittel (15) zur Detektion der Stellung der Lenkgetriebes (9), gekennzeichnet durch eine Steuereinheit (11) die ausgelegt ist, dass die Unterstützungskraft bei wenigstens einer vorgegebenen Stellung der durch Absenken des Fördervolumens der Hydraulikpumpe (6, 7) und/oder Modulation der Ventilcharakteristik abgesenkt wird.

Fig. 1





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/066000

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. B62D5/04 B62D5/06 B62D5/065
 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)
 B62D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2008/009448 A1 (TRW AUTOMOTIVE GMBH [DE]; BOECKER MARTIN [DE]) 24 January 2008 (2008-01-24) abstract; figures -----	1,3-13
X	DE 197 54 278 A1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]) 10 June 1998 (1998-06-10) the whole document -----	1,2,4-9, 11,13
X	EP 1 251 059 A1 (TRW FAHRWERKSYST GMBH & CO [DE] TRW AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 23 October 2002 (2002-10-23) the whole document -----	1,2,4-9, 11,13
X	EP 0 962 377 A2 (FORD GLOBAL TECH INC [US]) 8 December 1999 (1999-12-08) abstract ----- -/-	1,2



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 document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 November 2011

Date of mailing of the international search report

06/12/2011

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

Pemberton, Paul

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2011/066000

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 97/08036 A1 (VOLVO AB [SE]; MARKSTROEM LARS [SE]) 6 March 1997 (1997-03-06) abstract -----	1
X	FR 2 213 863 A1 (BENDIBERICA SA [ES]) 9 August 1974 (1974-08-09) page 1, paragraph 1 - paragraph 2 -----	1
A	DE 198 52 061 A1 (MERCEDES BENZ LENKUNGEN GMBH [DE]) 18 May 2000 (2000-05-18) column 1 - column 2 -----	1,2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/066000

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2008009448 A1	24-01-2008	DE 102006033655 A1 WO 2008009448 A1	14-02-2008 24-01-2008
DE 19754278 A1	10-06-1998	DE 19754278 A1 JP 10291483 A	10-06-1998 04-11-1998
EP 1251059 A1	23-10-2002	DE 10118739 A1 EP 1251059 A1 JP 4115156 B2 JP 2002356169 A US 2002166319 A1	14-11-2002 23-10-2002 09-07-2008 10-12-2002 14-11-2002
EP 0962377 A2	08-12-1999	DE 69928044 D1 DE 69928044 T2 EP 0962377 A2 JP 11348801 A US 6073721 A	08-12-2005 06-07-2006 08-12-1999 21-12-1999 13-06-2000
WO 9708036 A1	06-03-1997	DE 69616571 D1 DE 69616571 T2 EP 0847354 A1 JP H11512991 A SE 510243 C2 SE 9502989 A US 6085633 A WO 9708036 A1	06-12-2001 27-06-2002 17-06-1998 09-11-1999 03-05-1999 01-03-1997 11-07-2000 06-03-1997
FR 2213863 A1	09-08-1974	AU 6429374 A DE 2362250 A1 ES 410896 A1 FR 2213863 A1 GB 1442892 A IT 999962 B US 3905277 A	10-07-1975 18-07-1974 01-12-1975 09-08-1974 14-07-1976 10-03-1976 16-09-1975
DE 19852061 A1	18-05-2000	BR 9907235 A DE 19852061 A1 EP 1044128 A1 US 6345682 B1 WO 0027686 A1	17-10-2000 18-05-2000 18-10-2000 12-02-2002 18-05-2000

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B62D5/04 B62D5/06 B62D5/065 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B62D		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2008/009448 A1 (TRW AUTOMOTIVE GMBH [DE]; BOECKER MARTIN [DE]) 24. Januar 2008 (2008-01-24) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1,3-13
X	DE 197 54 278 A1 (HYUNDAI MOTOR CO LTD [KR]) 10. Juni 1998 (1998-06-10) das ganze Dokument -----	1,2,4-9, 11,13
X	EP 1 251 059 A1 (TRW FAHRWERKSYST GMBH & CO [DE] TRW AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 23. Oktober 2002 (2002-10-23) das ganze Dokument -----	1,2,4-9, 11,13
X	EP 0 962 377 A2 (FORD GLOBAL TECH INC [US]) 8. Dezember 1999 (1999-12-08) Zusammenfassung ----- -/-	1,2
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
25. November 2011		06/12/2011
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 Pemberton, Paul

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 97/08036 A1 (VOLVO AB [SE]; MARKSTROEM LARS [SE]) 6. März 1997 (1997-03-06) Zusammenfassung -----	1
X	FR 2 213 863 A1 (BENDIBERICA SA [ES]) 9. August 1974 (1974-08-09) Seite 1, Absatz 1 - Absatz 2 -----	1
A	DE 198 52 061 A1 (MERCEDES BENZ LENKUNGEN GMBH [DE]) 18. Mai 2000 (2000-05-18) Spalte 1 - Spalte 2 -----	1,2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/066000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2008009448 A1	24-01-2008	DE 102006033655 A1	14-02-2008
		WO 2008009448 A1	24-01-2008
DE 19754278 A1	10-06-1998	DE 19754278 A1	10-06-1998
		JP 10291483 A	04-11-1998
EP 1251059 A1	23-10-2002	DE 10118739 A1	14-11-2002
		EP 1251059 A1	23-10-2002
		JP 4115156 B2	09-07-2008
		JP 2002356169 A	10-12-2002
		US 2002166319 A1	14-11-2002
EP 0962377 A2	08-12-1999	DE 69928044 D1	08-12-2005
		DE 69928044 T2	06-07-2006
		EP 0962377 A2	08-12-1999
		JP 11348801 A	21-12-1999
		US 6073721 A	13-06-2000
WO 9708036 A1	06-03-1997	DE 69616571 D1	06-12-2001
		DE 69616571 T2	27-06-2002
		EP 0847354 A1	17-06-1998
		JP H11512991 A	09-11-1999
		SE 510243 C2	03-05-1999
		SE 9502989 A	01-03-1997
		US 6085633 A	11-07-2000
		WO 9708036 A1	06-03-1997
FR 2213863 A1	09-08-1974	AU 6429374 A	10-07-1975
		DE 2362250 A1	18-07-1974
		ES 410896 A1	01-12-1975
		FR 2213863 A1	09-08-1974
		GB 1442892 A	14-07-1976
		IT 999962 B	10-03-1976
		US 3905277 A	16-09-1975
DE 19852061 A1	18-05-2000	BR 9907235 A	17-10-2000
		DE 19852061 A1	18-05-2000
		EP 1044128 A1	18-10-2000
		US 6345682 B1	12-02-2002
		WO 0027686 A1	18-05-2000