

(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. Oktober 2017 (26.10.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/182502 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B62D 5/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/059247

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. April 2017 (19.04.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 206 610.2
19. April 2016 (19.04.2016) DE

(71) Anmelder: **THYSSENKRUPP PRESTA AG** [LI/LI]; Es-
sanestraße 10, 9492 Eschen (LI). **THYSSENKRUPP AG**
[DE/DE]; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen (DE).

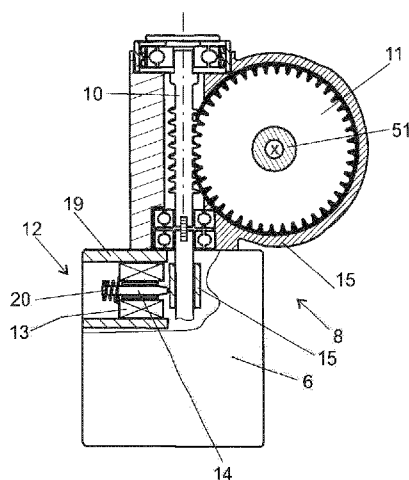
(72) Erfinder: **POLMANS, Kristof**; Strad 6b, 6464 Tarenz
(AT).

(74) Anwalt: **THYSSENKRUPP INTELLECTUAL PRO-
PERTY GMBH**; ThyssenKrupp Allee 1, 45143 Essen
(DE).

(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, DJ, 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, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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.

(54) Title: STEER-BY-WIRE STEERING DEVICE FOR MOTOR VEHICLES

(54) Bezeichnung: STEER-BY-WIRE LENKVORRICHTUNG FÜR KRAFTFAHRZEUGE



Figur 2

(57) Abstract: The invention relates to a steer-by-wire steering device for motor vehicles, comprising a steering shaft (51), which is connected at one end to a steering wheel (52) and on which an electric motor (6) acts, preferably by means of a reduction gearing (10, 11), which electric motor produces steering torques, which give the driver feedback about the forces acting on the steered vehicle wheels (46), and comprising a locking device (12) arranged on the steering shaft (51) or the motor shaft (9) of the electric motor (6) for blocking the rotation of the steering shaft (51), is improved with regard to a simple and compact construction of the locking device (12) in that the steering shaft (51) or the motor shaft (9) is connected to a detent star wheel (15), which has detent grooves (16) distributed over the periphery thereof, and that a detent device is attached to a housing (19) that supports the steering shaft (51) or the motor shaft (9), which detent device has a detent bolt (14), which can be locked into a detent groove (16) of the detent star wheel (15) from outside by means of an actuator (13).

(57) Zusammenfassung: Eine Steer-by-Wire Lenkvorrichtung für Kraftfahrzeuge, mit einer Lenkwelle (51), die an einem Ende mit einem Lenkrad (52) verbunden ist und auf die ein Elektromotor (6), vorzugsweise über ein Untersetzungsgetriebe (10, 11), einwirkt und Lenkmomente erzeugt, die dem Fahrer eine Rückmeldung über die auf die gelenkten Fahrzeugräder (46) einwirkenden Kräfte gibt und mit einer an der Lenkwelle (51) oder der Motorwelle (9) des Elektromotors (6) angeordneten Verriegelungsvorrichtung (12) zum Blockieren der Rotation der Lenkwelle (51) wird hinsichtlich eines einfachen und kompakten Aufbaus der Verriegelungsvorrichtung (12) dadurch verbessert, dass die Lenkwelle (51) oder die Motorwelle (9) mit einem Raststern (15) verbunden ist, der über seinen Umfang verteilt

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, 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)

angeordnete Rastnuten (16) aufweist, und dass an einem die Lenkwelle (51) oder die Motorwelle (9) lagernden Gehäuse (19) eine Rastvorrichtung angebracht ist, die einen Rastbolzen (14) aufweist, der mittels eines Aktuators (13) von außen in eine Rastnut (16) des Raststerns (15) einrastbar ist.

Steer-by-Wire Lenkvorrichtung für Kraftfahrzeuge

Die Erfindung betrifft eine Steer-by-Wire Lenkvorrichtung für Kraftfahrzeuge, mit einer Lenkwelle, die an einem Ende mit einem Lenkrad verbunden ist und auf die ein Elektromotor einwirkt und

5 Lenkmomente erzeugt, die dem Fahrer eine Rückmeldung über die auf die gelenkten Fahrzeuigräder einwirkenden Kräfte gibt, und mit einer an der Lenkwelle oder der Motorwelle des Elektromotors angeordneten Verriegelungsvorrichtung zum Blockieren der Rotation der Lenkwelle.

Steer-by-Wire Lenksysteme zeichnen sich dadurch aus, dass keine

10 mechanische Verbindung zwischen dem Lenkrad und den lenkbaren Rädern existiert. Um dem Fahrer jedoch eine Rückkopplung über den Zustand der Straße und weitere Umgebungseinflüsse, beispielsweise Wind, Witterung, Fahrbahnbedingungen etc. zu geben, werden Feedback-Aktuatoren verwendet. Ein solcher Feedback-Aktuator, auch

15 Handmomentsteller genannt, trägt in die Lenkwelle, die mit dem Lenkrad verbunden ist, ein Drehmoment ein. Üblicherweise weist der Feedback-Aktuator einen Elektromotor auf, der über ein Schneckenradgetriebe mit der Lenkwelle gekoppelt ist. Das mittels des Feedback-Aktuators in die Lenkwelle und das Lenkrad eingebrachte Drehmoment gibt dem Fahrer

20 ein Fahrgefühl, wie er es von rein mechanischen Lenksystemen gewohnt ist. Er erhält damit eine Rückmeldung über die Kräfte, welche auf die gelenkten Räder einwirken.

Ein wichtiger Bestandteil des Lenkgefühls ist die Rückmeldung über ein stark ansteigendes Moment in bestimmten Lenksituation. Diese

25 Situationen treten insbesondere bei zwei Lenkmanövern auf. Wenn das gelenkte Rad am Randstein abgedrückt wird (curb push off), könnte eine Erhöhung des Lenkmomentes am Lenkrad zur mechanischen Beschädigung des Lenksystems, beispielsweise des

Handmomentenstellers, führen. Entsprechendes gilt, wenn das Lenkgetriebe den maximalen Lenkeinschlag erreicht hat und am mechanischen Endanschlag angelangt ist. In beiden Fällen benötigt der Fahrer das Gefühl eines starken Widerstandes, um eine weitere Drehung des Lenkrades in diese Richtung und damit eine mechanische Beschädigung des Handmomentenstellers zu vermeiden. Beim Auftreten einer der genannten Situationen müsste folglich der Feedback-Aktuator ein sehr hohes Gegenmoment aufbringen. Dies ist nur mit sehr starken Elektromotoren möglich, was mit hohen Kosten verbunden wäre. Anstatt den Elektromotor besonders stark auszulegen, kann alternativ auch die Lenksäule blockiert bzw. verriegelt werden. Entsprechende Verriegelungs- oder Blockiervorrichtungen sind bekannt.

Die DE 60 303 081 T2 offenbart mehrere verschiedene Arten von Verriegelungsmechanismen für einen Handmomentsteller, die entweder einen magnetorheologischen Anschlag an der Lenkwelle, einen mechanisch verstellbaren mechanischen Anschlag oder einen Sperrklinkenmechanismus verwenden. Bei dem bekannten Sperrklinkenmechanismus wirken zwei Zahnradsegmente mit zwei Sperrklinken zusammen. Die beiden Zahnradsegmente bewirken eine Blockierung der Lenkwelle jeweils nur in einer Richtung, wenn die zugehörige Sperrklinke ausgelöst wird. Nachteilig an dieser Lösung ist der komplexe und bauraumintensive Aufbau.

Auch aus der DE 10 2014 009 517 B3 ist ein Verriegelungsmechanismus bekannt, bei dem zwei Solenoid-betätigte Sperrriegel auf zwei Zahnräder einwirken, von denen jedes die Drehung der Lenkwelle nur in einer Drehrichtung blockiert. Dabei sind die Sperrriegel an ihrem in Eingriff mit dem Zahnrad kommenden Ende abgeschrägt und auch die Zahnräder weisen entsprechend abgeschrägte Zähne auf, sodass ein Blockieren nur in eine Drehrichtung möglich ist, während eine Drehung der Lenkwelle in

die entgegengesetzte Richtung zu einem Zurückschieben des Sperrriegels durch den entsprechenden Zahn des Zahnrades führt. Auch diese Blockiervorrichtung ist komplex und bauraumintensiv aufgebaut.

- Aufgabe der Erfindung ist es, eine Steer-by-Wire Lenkvorrichtung für
- 5 Kraftfahrzeuge mit einem Feedback-Aktuator anzugeben, die eine einfach aufgebaute und kompakte Verriegelungsvorrichtung für den Lenkbetrieb aufweist.

- Die erfindungsgemäße Lösung sieht vor, dass die Lenkwelle oder die Motorwelle mit einem Raststern verbunden ist, der über seinen Umfang
- 10 verteilt angeordneten Rastnuten aufweist, und dass an einem die Lenkwelle oder die Motorwelle lagernden Gehäuse eine Rastvorrichtung angebracht ist, die einen Rastbolzen aufweist, der mittels eines Aktuators von außen in eine Rastnut des Raststerns im Lenkbetrieb einrastbar ist.
- Die erfindungsgemäße Verriegelungsvorrichtung benötigt lediglich einen
- 15 Solenoid-betätigten Rastbolzen und einen Raststern und kann damit beide Drehrichtungen blockieren. Sie ist daher einfach aufgebaut und kostengünstig herstellbar.

- Unter dem Lenkbetrieb ist jener Betriebszustand zu verstehen, in dem der Fahrzeugführer einen Lenkbefehl in Form eines Lenkmomentes in die
- 20 Lenkwelle einträgt um eine Fahrtrichtungsänderung des Fahrzeuges einzuleiten. Dies findet im normalen und bestimmungsgemäßen Gebrauch des Fahrzeuges statt und nicht im geparkten bzw. abgestellten und abgesperrten Zustand des Fahrzeuges.

- Vorzugsweise ist die Verriegelungsvorrichtung mit Raststern und
- 25 Rastbolzen an der Motorwelle des Elektromotors angeordnet. Hier treten wegen des Untersetzungsgetriebes geringere Drehmomente auf als direkt an der Lenkwelle, sodass die Verriegelungsvorrichtung schwächer und somit kompakter ausgelegt werden kann.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst der Aktuator der Rastvorrichtung einen Solenoid (Hubmagnet), in dem ein magnetischer Rastbolzen in Richtung auf den Raststern hin längs verschiebbar angeordnet ist, sodass er bei elektrisch eingeschaltetem Solenoid mit
5 seinem dem Raststern zugewandten Ende in eine Rastnut des Raststerns einrastet. Der Aktuator ist bei dieser Ausführungsform besonders einfach ausgestaltet.

Wenn der Rastbolzen an seinem dem Raststern abgewandten Ende mit einem beweglichen Ende einer Feder, vorzugsweise einer Spiralfeder,
10 verbunden ist, deren festes Ende an dem Solenoid abgestützt ist, sodass die Feder den Rastbolzen bei elektrisch abgeschaltetem Solenoid aus der Rastnut heraus zieht, braucht es keine anderen Maßnahmen zum Lösen der Verriegelungsvorrichtung wie etwa beim oben beschriebenen Stand der Technik.

15 Durch die Maßnahme, dass die Seitenwände der Rastnuten des Raststerns parallel zur Achse des Rastbolzens ausgerichtet sind, ergeben sich beim Einwirken hoher Lenkkräfte auf das Lenkrad durch den Fahrer keine Kraftkomponenten, die den Rastbolzen aus der Rastnut heraus drücken würden. Daher bleibt die Rastverbindung auch bei starker
20 Beanspruchung erhalten.

Die Erfindung wird noch verbessert durch die Maßnahme, das wirkungsmäßig zwischen dem Raststern und der Lenkwelle oder Motorwelle ein elastischer Körper angeordnet ist, der bei eingerastetem Rastbolzen eine geringe Verdrehung der Lenkwelle ermöglicht, wobei sich
25 ein zunehmendes Gegendrehmoment aufbaut. Diese Maßnahme dient dem Zweck, dass sich das durch die Blockierung der Lenkwelle generierte Haltemoment nicht abrupt aufbaut. Aufgrund der elastischen Eigenschaften des elastischen Körpers baut sich das Haltemoment über

einen begrenzten Drehwinkel auf und erzeugt damit einen progressiven Momentenanstieg am Lenkrad, welcher dem natürlichen Lenkgefühl in einem Lenksystem mit mechanischer Verbindung entspricht.

Der elastische Körper kann in der Praxis aus einem Elastomerring oder
5 einer Drehfeder oder einem Toleranzring bestehen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert und die Figuren zeigen im Einzelnen:

- Figur 1: eine Prinzipdarstellung eines Steer-by-Wire Lenksystems mit Feedback-Aktuator;
- 10 Figur 2: eine teilweise geschnittene Darstellung des Antriebs des Feedback-Aktuators mit erfindungsgemäßer Verriegelungsvorrichtung;
- Figur 3: eine Lenksäule wie in den Figuren 1 und 2 im Längsschnitt;
- 15 Figur 4: einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Verriegelungsvorrichtung mit einem Toleranzring als elastischem Körper zwischen Motorwelle und Raststern;
- Figur 5: Eine Verriegelungsvorrichtung in einer Darstellung wie in Figur 3, jedoch mit einem Elastomerring als elastischem Körper;
- 20 Figur 6: die Verriegelungsvorrichtung von Figur 5 mit eingerastetem Rastbolzen;
- Figur 7: die Verriegelungsvorrichtung von Figur 6 mit leicht verformtem Elastomerring;

Figur 8: die Verriegelungsvorrichtung von Figur 6 mit stark verformtem Elastomerring infolge eines großen Lenkmoments;

5 Figur 9: ein Diagramm des erzeugten Lenkmoments (M) in Abhängigkeit vom Drehwinkel ($\Delta \Phi$) des Lenkrads

Figur 10: eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der die Verriegelungsvorrichtung direkt auf die Lenkwelle einwirkt;

Figur 11: eine geschnittene Teilansicht der Ausführungsform von Figur 10.

- 10 In Figur 1 erkennt man ein Steer-by-Wire Lenksystem für ein Kraftfahrzeug mit einer Lenkradbaugruppe 2 und einer Lenkbetätigung 42. Die Lenkbaugruppe 2 umfasst eine Lenkwelle 51 die an einem Ende ein Lenkrad 52 trägt und an deren anderem Ende ein Drehgeber 7 für die elektronische Ansteuerung der elektrischen Lenkbetätigung 42
- 15 vorgesehen ist. Über ein Verbindungskabel 3 ist die Lenkbaugruppe 2 mit der Lenkbetätigung 42 verbunden. Diese umfasst ein Lenkgehäuse 4 mit einem Lenkmotor 41, der ein Ritzel 43 antreibt, welches seinerseits in Eingriff mit einer Zahnstange 44 steht, die auf zwei Spurstangen 45 einwirkt, mit denen die Fahrzeuigräder 46 verschwenkt werden können. Im
- 20 Lenkgehäuse 4 ist ein nicht gezeigter Drehmomentaufnehmer untergebracht, der das für die Verschwenkung der Fahrzeuigräder 46 erforderliche Drehmoment misst und an die Lenkradbaugruppe 2 weiterleitet.

Die Lenkradbaugruppe 2 umfasst außerdem eine

- 25 Drehmomenterzeugungseinheit 8, welche einen Elektromotor 6 aufweist, dessen Motorwelle 9 auf eine Getriebewelle 10 mit Schneckenrad einwirkt. Die Getriebewelle 10 ist mit ihrem Schneckenrad in Eingriff mit einem

- Zahnrad 11, welches auf der Lenkwelle 51 angebracht ist. Je nach dem vom Drehmomentsensor der Lenkbetätigung 42 vorgegebenen Drehmoment wird der Elektromotor 6 der Drehmomenterzeugungseinheit 8 angesteuert, wobei dieser über die Getriebewelle 10 mit Schneckenrad und das Zahnrad 11 ein entsprechendes Drehmoment in die Lenkwelle 51 einleitet. Dabei wirkt die Getriebewelle 10, die eine Schnecke umfasst, zusammen mit dem als Schneckenrad ausgebildeten großen Zahnrad 11 als Untersetzungsgetriebe, welches die vom Elektromotor 6 erzeugten Drehmomente erheblich verstärkt.
- 10 Um einem durch den Fahrer über das Lenkrad 42 in die Lenkwelle 51 eingeleiteten starken Drehmoment entgegenzuwirken, welches bei herkömmlichen mechanischen Lenksystemen ein Endanschlag beim Volleinschlag des Lenkrads oder ein Anstoßen der Fahrzeugräder 46 beispielsweise an einem Bordstein erzeugt, ist die Stärke des
- 15 Elektromotors 6 nicht ausreichend. Für diesen Zweck ist daher eine Verriegelungsvorrichtung 12 vorgesehen, die ein benachbart zur Motorwelle 9 angeordnetes Solenoid 13 aufweist, in dem ein magnetischer Rastbolzen 14 längs verschieblich angeordnet ist. Um die Motorwelle 9 herum ist ein Raststern 15 angeordnet, der im Wesentlichen drehfest
- 20 (siehe aber weiter unten „elastischer Körper“) mit der Motorwelle 9 verbunden ist. Wird der Solenoid 13 eingeschaltet, so drückt er den magnetischen Rastbolzen 14 in Richtung auf den Raststern 15 zu, bis der Rastbolzen 14 in eine Rastnut 16 des Raststerns 15 einrastet. Dies geschieht im Lenkbetrieb des Lenksystems.
- 25 Der eingerastete Zustand ist beispielsweise in den Figuren 4 und 6 bis 8 dargestellt. Darin kann man erkennen, dass das dem Raststern 15 zugewandte Ende 17 des Rastbolzens 14 von der Rastnut 16 aufgenommen wird. Dabei sind die äußeren Wände des Endes 17 des Rastbolzens 14 und die Seitenwände 18 der Rastnut 16 parallel

zueinander und zur Längsachse des Rastbolzens 14 ausgerichtet. Dies kann man am besten in den Figuren 7 und 8 erkennen. Durch die genannte Ausrichtung kann der Rastbolzen 14 nicht aus der Rastnut 16 heraus gedrückt werden, auch wenn auf die Lenkwelle 51 starke

5 Drehmomente einwirken. Der Rastbolzen 14 ist über den Solenoid 13 an einem Gehäuse 19 der Verriegelungsvorrichtung 12 abgestützt, sodass er die starken Drehmomente der Motorwelle 9 und damit die Wände der Lenkwelle 51 abstützen kann. Der Solenoid 13 dient somit als Aktuator für den Rastbolzen 14. Um den Rastbolzen 14 nach dem Abschalten des

10 Solenoids 13 wieder aus der Rastnut 16 des Raststerns 15 herauszubewegen, ist eine Feder 20 vorgesehen, die mit ihrem beweglichen Ende 21 mit dem dem Raststern 15 abgewandten Ende 22 des Rastbolzen 14 verbunden ist, während das feste Ende 23 der Feder 20 am Solenoid 13 abgestützt ist.

15 Wie man in den Figuren 5 bis 8 und 11 erkennt, ist zwischen dem Raststern 15 und der Motorwelle 9 bzw. der Lenkwelle 51 ein elastischer Körper 25 angeordnet, der die drehfeste Verbindung zwischen dem Raststern 15 und der Motorwelle 9 bzw. der Lenkwelle 51 dahingehend verändert, dass eine gewisse Relativverdrehung des Raststern 15

20 gegenüber der Motorwelle 9 bzw. der Lenkwelle 51 ermöglicht ist. Auf diese Weise ist eine geringe Verdrehung der Lenkwelle 51 (und damit der Motorwelle 9) auch bei eingerasteter Verriegelungsvorrichtung 12 möglich, wobei sich mit zunehmendem Drehwinkel $\Delta \varphi$ ein zunehmendes Gegendrehmoment M aufbaut, welches einen progressiven Anstieg

25 aufweist, wie dies aus Figur 9 ersichtlich ist. Der elastische Körper kann als ein Elastomerring 24 ausgebildet sein. Auch andere elastische Elemente kommen infrage, beispielsweise eine Toleranzring 25, wie dieser in den Figuren 3 und 4 dargestellt ist, oder eine Drehfeder. Der Toleranzring ermöglicht ist, wenn ein gewisses Grenzdrehmoment in

30 verriegelten Zustand an der Lenkwelle 51 überschritten wird, dass eine

Relativverdrehung zwischen Raststern 15 und der Motorwelle 9 bzw. der Lenkwelle 51 stattfinden kann, so das ein Überlastschutz geschaffen ist, der das System vor Zerstörung schützt. In den Figuren 7 und 8 ist die Situation dargestellt, bei der der Elastomerring 24 durch zunehmendes

5 Drehmoment der Motorwelle 9 bei verriegelter Verriegelungsvorrichtung 12 zunehmend in Drehrichtung verformt wird.

Das zunehmende Drehmoment M bei zunehmendem Lenkwinkel $\Delta \varphi$ der Lenkwelle 51 gibt dem Fahrer ein Gefühl für den Anschlag, entweder den Lenkradendanschlag oder den Anschlag eines Fahrzeugrades 46 an

10 einem Hindernis, beispielsweise einen Bordstein, sodass er kein noch höheres Drehmoment auf das Lenkrad 42 ausübt, welches möglicherweise zu einer Zerstörung oder Fehlfunktionen des Lenksystems führen könnte.

Figur 10 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung, bei der die

15 Verriegelungsvorrichtung 12 an einem Mantelrohr 53 der Lenksäule angebracht ist und direkt auf die Lenkwelle 51 einwirkt. In Figur 11 erkennt man die Lenkwelle 51, auf der ein Elastomerring 24 drehfest angebracht ist. Auf dem Elastomerring 24 wiederum ist ein Raststern 15 angebracht, der genauso wie bei den anderen Ausführungsbeispielen mit Rastnuten

20 16 versehen ist, in welche der Rastbolzen 14 beim Einschalten des Solenoids 13 einrastet. Im Übrigen entsprechen alle Funktionen dieser Ausführungsform denen der vorher beschriebenen Ausführungsformen, wobei alle Varianten der vorgeschriebenen Ausführungsformen auch hier anwendbar sind.

25 Die Erfindung stellt somit eine besonders einfach und kompakt aufgebaute Verriegelungsvorrichtung 12 für den Lenkbetrieb eines Steer-by-Wire Lenksystems zur Verfügung, die zuverlässig Lenkansschläge auf realistisch wirkende Weise simuliert.

BEZUGSZEICHENLISTE

	1	Steer-by-Wire Lenkvorrichtung
	2	Lenkradbaugruppe
	3	Verbindungskabel
5	4	Lenkgehäuse
	5	
	6	Elektromotor
	7	Drehgeber
	8	Drehmomenterzeugungseinheit
10	9	Motorwelle
	10	Getriebewelle mit Schneckenrad
	11	Zahnrad
	12	Verriegelungsvorrichtung
	13	Solenoid
15	14	Rastbolzen
	15	Raststern
	16	Rastnut
	17	Ende des Rastbolzen
	18	Seitenwände
20	19	Gehäuse
	20	Feder
	21	bewegliches Ende der Feder
	22	Ende des Rastbolzens
	23	festes Ende der Feder
25	24	Elastomerring
	25	
	26	
	27	
	28	
30	29	

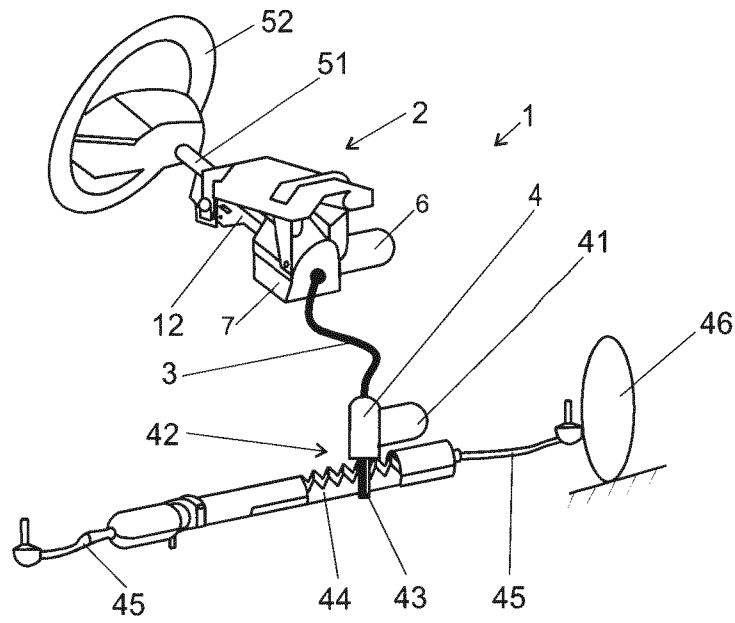
	30	
	31	
	32	
	33	
5	34	
	35	
	36	
	37	
	38	
10	39	
	40	Toleranzring
	41	Lenkmotor
	42	Lenkbetätigung
	43	Ritzel
15	44	Zahnstange
	45	Spurstange
	46	Fahrzeuggrad
	47	
	48	
20	49	
	50	
	51	Lenkwelle
	52	Lenkrad
	53	Mantelrohr

PATENTANSPRÜCHE

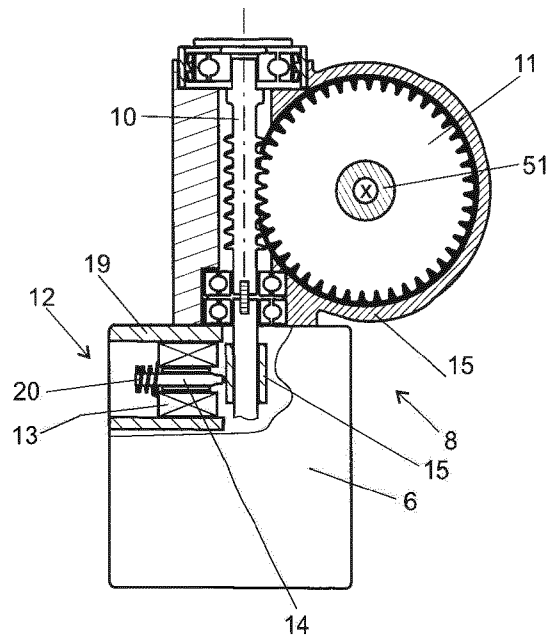
1. Steer-by-Wire Lenkvorrichtung für Kraftfahrzeuge, mit einer Lenkwelle (51), die an einem Ende mit einem Lenkrad (52) verbunden ist und auf die ein Elektromotor (6) einwirkt und
5 Lenkmomente erzeugt, die dem Fahrer eine Rückmeldung über die auf die gelenkten Fahrzeugräder (46) einwirkenden Kräfte gibt, und mit einer an der Lenkwelle (51) oder der Motorwelle (9) des Elektromotors (6) angeordneten Verriegelungsvorrichtung (12) zum Blockieren der Rotation der Lenkwelle (51), **dadurch**
10 **gekennzeichnet**, dass die Lenkwelle (51) oder die Motorwelle (9) mit einem Raststern (15) verbunden ist, der über seinen Umfang verteilt angeordnete Rastnuten (16) aufweist, und dass an einem die Lenkwelle (51) oder die Motorwelle (9) lagernden Gehäuse (19) eine Rastvorrichtung angebracht ist, die einen Rastbolzen (14) aufweist,
15 der mittels eines Aktuators (13) von außen in eine Rastnut (16) des Raststerns (15) im Lenkbetrieb einrastbar ist.
2. Lenkvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Raststern (15) und der Rastbolzen (14) an der Motorwelle (9) des Elektromotors (6) angeordnet sind.
- 20 3. Lenkvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aktuator der Rastvorrichtung einen Solenoid (13) umfasst, in dem ein magnetischer Rastbolzen (14) in Richtung auf den Raststern (15) hin längsverschiebbar angeordnet ist, sodass er bei elektrisch eingeschaltetem Solenoid (13) mit seinem dem Raststern
25 (15) zugewandten Ende (17) in eine Rastnut (16) des Raststerns (15) einrastet.
4. Lenkvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rastbolzen (14) an seinem dem Raststern abgewandten Ende

(22) mit einem beweglichen Ende (21) einer Feder (20) verbunden ist, deren festes Ende (23) an dem Solenoid (13) abgestützt ist, so dass die Feder (20) den Rastbolzen (14) bei elektrisch abgeschalteten Solenoid (13) aus der Rastnut (16) heraus zieht.

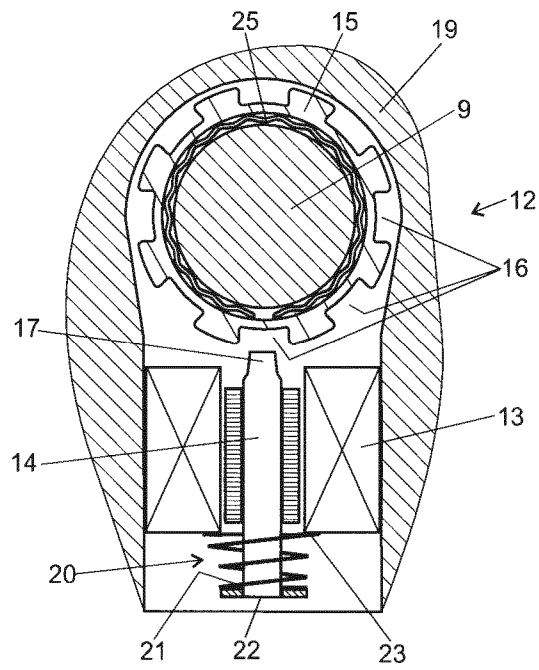
- 5 5. Lenkvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Seitenwände (18) der Rastnuten (16) des Raststerns (15) parallel zur Achse des Rastbolzens (14) ausgerichtet sind.
- 10 6. Lenkvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass wirkungsmäßig zwischen dem Raststern (15) und der Lenkwelle (51) oder Motorwelle (9) ein elastischer Körper (24, 25) angeordnet ist, der bei eingerastetem Rastbolzen (14) eine geringe Verdrehung ($\Delta \varphi$) der Lenkwelle (51) ermöglicht, wobei sich ein zunehmendes Gegendrehmoment (M) aufbaut.
- 15 7. Lenkvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elastischer Körper ein Elastomerring (24) ist.
8. Lenkvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elastischer Körper eine Drehfeder ist.
- 20 9. Lenkvorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der elastischer Körper ein Toleranzring (25) ist.



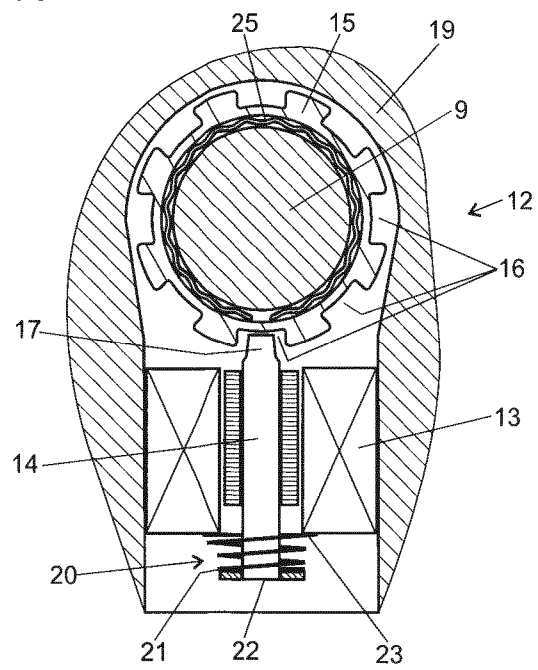
Figur 1



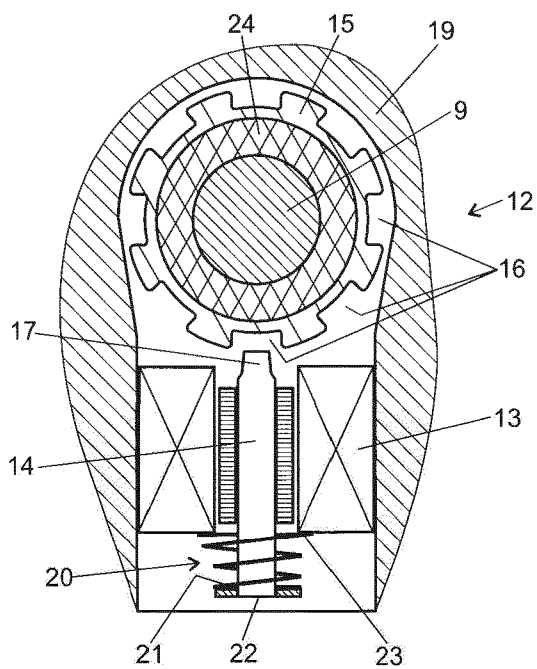
Figur 2



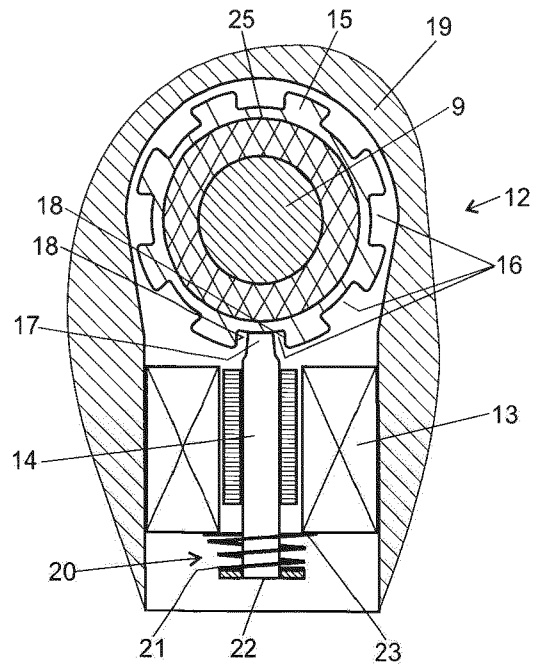
Figur 3



Figur 4



Figur 5



Figur 6

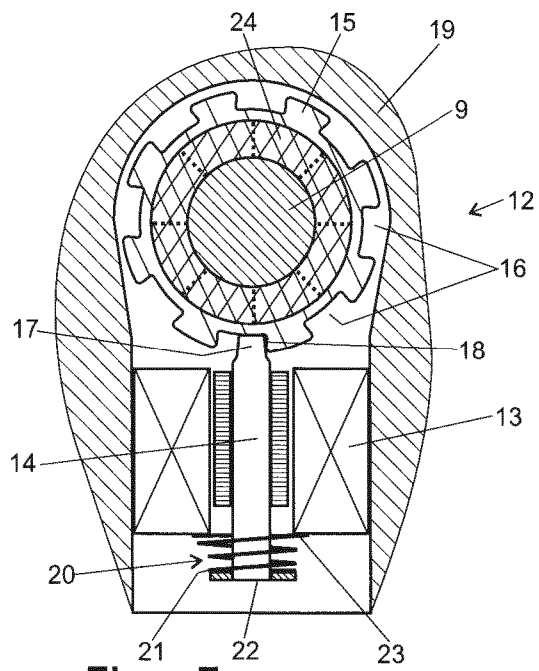


Figure 7

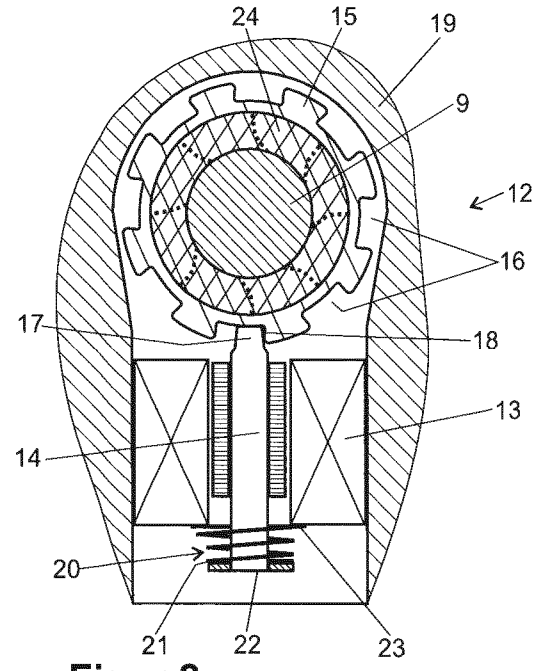


Figure 8

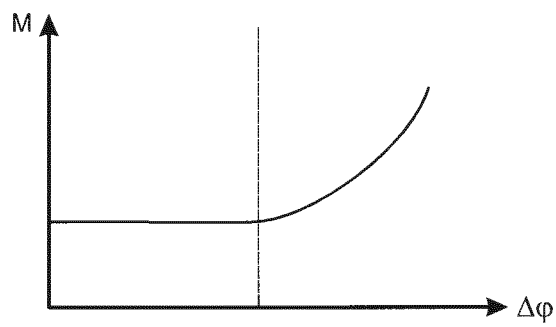


Figure 9

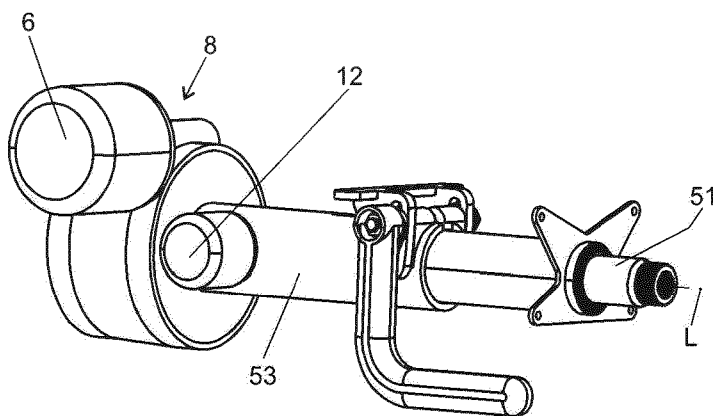


Figure 10

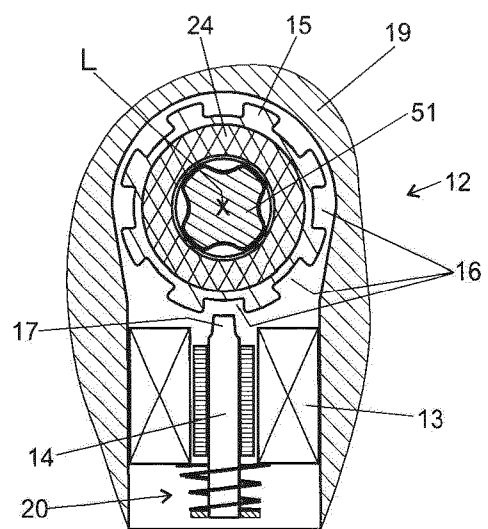


Figure 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/059247

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B62D5/00
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 B60R

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR 2 908 101 A1 (RENAULT SAS [FR]) 9 May 2008 (2008-05-09) page 1, line 26 - page 2, line 10; figures 1,2 page 7, line 5 - line 8 page 9, line 5 - page 10, line 5; figures 3-6	1-9
A	----- WO 02/40336 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; ZF LENKSYSTEME GMBH [DE]; DOMINKE PETER [DE];) 23 May 2002 (2002-05-23) figure 3c	1,9
X	----- FR 2 886 266 A1 (RENAULT SAS [FR]) 1 December 2006 (2006-12-01) page 13, line 24 - line 31; figure 13 page 9, line 31 - page 11, line 5; figures 2,3,4 ----- -/-	1-5



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

27 June 2017

Date of mailing of the international search report

06/07/2017

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

Van Prooijen, Tom

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/059247

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2014 009517 B3 (AUDI AG [DE]) 17 September 2015 (2015-09-17) cited in the application the whole document	1
A	----- EP 1 332 946 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 6 August 2003 (2003-08-06) the whole document & DE 603 03 081 T2 20 July 2006 (2006-07-20) cited in the application -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/059247

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
FR 2908101	A1	09-05-2008	NONE
WO 0240336	A1	23-05-2002	DE 10057242 A1 29-05-2002 EP 1250251 A1 23-10-2002 JP 3955818 B2 08-08-2007 JP 2004513829 A 13-05-2004 US 2003127274 A1 10-07-2003 US 2006201733 A1 14-09-2006 WO 0240336 A1 23-05-2002
FR 2886266	A1	01-12-2006	NONE
DE 102014009517	B3	17-09-2015	CN 105216858 A 06-01-2016 DE 102014009517 B3 17-09-2015 EP 2960135 A1 30-12-2015 US 2015375772 A1 31-12-2015
EP 1332946	A2	06-08-2003	DE 60303081 T2 20-07-2006 EP 1332946 A2 06-08-2003 US 2003146037 A1 07-08-2003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B62D5/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B62D B60R		
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	FR 2 908 101 A1 (RENAULT SAS [FR]) 9. Mai 2008 (2008-05-09) Seite 1, Zeile 26 - Seite 2, Zeile 10; Abbildungen 1,2 Seite 7, Zeile 5 - Zeile 8 Seite 9, Zeile 5 - Seite 10, Zeile 5; Abbildungen 3-6	1-9
A	WO 02/40336 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; ZF LENKSYSTEME GMBH [DE]; DOMINKE PETER [DE];) 23. Mai 2002 (2002-05-23) Abbildung 3c ----- -/-	1,9
☒ 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 27. Juni 2017		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 06/07/2017
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 Van Prooijen, Tom

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR 2 886 266 A1 (RENAULT SAS [FR]) 1. Dezember 2006 (2006-12-01) Seite 13, Zeile 24 - Zeile 31; Abbildung 13 Seite 9, Zeile 31 - Seite 11, Zeile 5; Abbildungen 2,3,4	1-5
A	----- DE 10 2014 009517 B3 (AUDI AG [DE]) 17. September 2015 (2015-09-17) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1
A	----- EP 1 332 946 A2 (DELPHI TECH INC [US]) 6. August 2003 (2003-08-06) das ganze Dokument & DE 603 03 081 T2 20. Juli 2006 (2006-07-20) in der Anmeldung erwähnt -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/059247

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2908101	A1	09-05-2008	KEINE
WO 0240336	A1	23-05-2002	DE 10057242 A1 29-05-2002 EP 1250251 A1 23-10-2002 JP 3955818 B2 08-08-2007 JP 2004513829 A 13-05-2004 US 2003127274 A1 10-07-2003 US 2006201733 A1 14-09-2006 WO 0240336 A1 23-05-2002
FR 2886266	A1	01-12-2006	KEINE
DE 102014009517	B3	17-09-2015	CN 105216858 A 06-01-2016 DE 102014009517 B3 17-09-2015 EP 2960135 A1 30-12-2015 US 2015375772 A1 31-12-2015
EP 1332946	A2	06-08-2003	DE 60303081 T2 20-07-2006 EP 1332946 A2 06-08-2003 US 2003146037 A1 07-08-2003