

(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
15. April 2021 (15.04.2021)

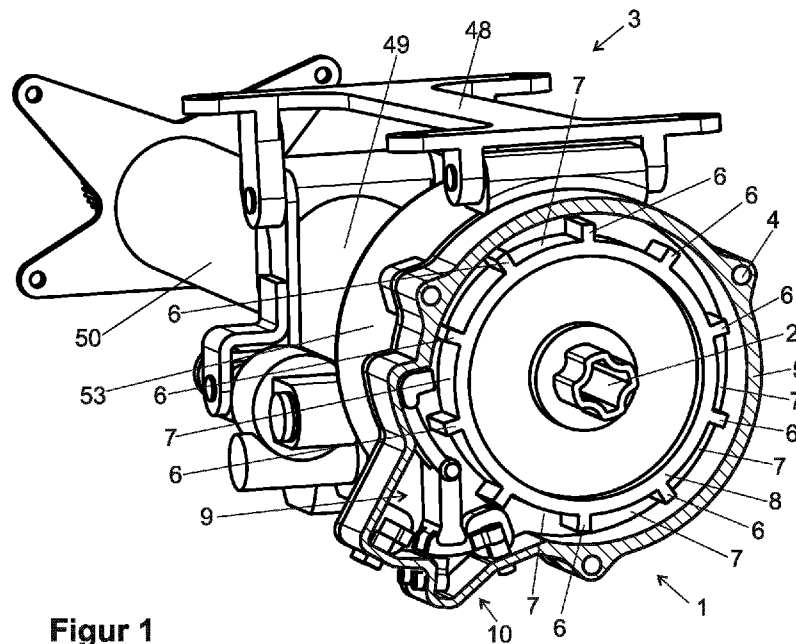


(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2021/069405 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: *B60R 25/0215* (2013.01) *B62D 5/00* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/077924
- (22) Internationales Anmeldedatum: 06. Oktober 2020 (06.10.2020)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2019 215 681.9
11. Oktober 2019 (11.10.2019) 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: **GALEHR, Robert**; Bahnweg 4, 9486 Schaanwald (LI). **FORTE, Sebastian**; Bannriet 26, 9493 Mauren (LI).
- (74) Anwalt: **THYSSENKRUPP INTELLECTUAL PROPERTY 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, IT, JO, 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,

(54) Title: LOCKING DEVICE AND STEERING COLUMN WITH LOCKING DEVICE

(54) Bezeichnung: VERRIEGELUNGSVORRICHTUNG UND LENKSÄULE MIT VERRIEGELUNGSVORRICHTUNG



Figur 1

(57) Abstract: The invention relates to a locking device (1; 29) for a steering column (3), which comprises a steering spindle (2), of a steer-by-wire steering system of a motor vehicle, comprising a latching star wheel (8) that has a plurality of elevations (6) and depressions (7), wherein the latching star wheel (8) can be rotationally fixed to the steering spindle (2); a latching element (9; 30) that can be moved relative to the latching star wheel (8); and an actuating drive (10; 31) that is designed to switch the latching element (9; 30) between a blocking position, in which the rotation of the steering spindle (2) is blocked, and a release position, in which the rotation of the steering spindle (2) is released, said actuating drive (10; 31) comprising at least one first electromagnetic actuator (11; 34) and at least one second electromagnetic actuator (12; 35). The invention additionally relates to a steering column (3) for a motor vehicle.



WO 2021/069405 A1

SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, 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)

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Verriegelungsvorrichtung (1; 29) für eine Lenkspindel (2) umfassende Lenksäule (3) eines Steer-by-Wire Lenksystems eines Kraftfahrzeugs, umfassend einen Raststern (8), der eine Vielzahl von Erhebungen (6) und Vertiefungen (7) aufweist, wobei der Raststern (8) drehfest mit der Lenkspindel (2) koppelbar ist, ein relativ zu dem Raststern (8) bewegbares Verrastelement (9; 30) und einen Stellantrieb (10; 31), der derart ausgebildet ist, das Verrastelement (9; 30) zwischen einer Blockierstellung, in der die Drehung der Lenkspindel (2) blockiert ist, und einer Freigabestellung, in der die Drehung der Lenkspindel (2) freigegeben ist, umzuschalten, wobei der Stellantrieb (10; 31) zumindest einen ersten elektromagnetischen Aktuator (11; 34) und zumindest einen zweiten elektromagnetischen Aktuator (12; 35) umfasst. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Lenksäule (3) für ein Kraftfahrzeug.

Verriegelungsvorrichtung und Lenksäule mit Verriegelungsvorrichtung

5 **Stand der Technik**

Die Erfindung betrifft eine Verriegelungsvorrichtung für eine eine Lenkspindel umfassende Lenksäule eines Steer-by-Wire Lenksystems eines Kraftfahrzeugs, umfassend einen Raststern, der eine Vielzahl von Erhebungen und Vertiefungen aufweist, wobei der Raststern
10 drehfest mit der Lenkspindel koppelbar ist, ein relativ zu dem Raststern bewegbares Verrastelement und einen Stellantrieb, der derart ausgebildet ist, das Verrastelement zwischen einer Blockierstellung, in der die Drehung der Lenkspindel blockiert ist, und einer Freigabestellung, in der die Drehung der Lenkspindel freigegeben ist, umzuschalten. Des Weiteren betrifft die vorliegende Erfindung eine Lenksäule für ein Kraftfahrzeug.

15

Lenksäulen für Kraftfahrzeuge weisen eine Lenkspindel auf, an deren in Fahrtrichtung hinteren, dem Fahrer zugewandten Ende ein Lenkrad zur Einbringung eines Lenkbefehls durch den Fahrer angebracht ist. Die Lenkspindel ist in der Lenksäule um ihre Längsachse drehbar gelagert. Im Gegensatz zu einem konventionellen Lenkstrang besteht in einem
20 Lenkstrang eines Steer-by-Wire Lenksystems keine mechanische Lenkkraft-/Drehmomentenübertragung bzw. mechanische Kopplung zwischen der Lenksäule und dem Lenkgetriebe und somit den Rädern des Kraftfahrzeugs.

Durch die mechanische Entkopplung der Lenksäule von dem Lenkgetriebe und somit von
25 den Fahrzeugrädern erhält der Fahrer keinerlei haptische Feedbackinformationen, die dazu beitragen können, dem Fahrer ein Fahrgefühl bzw. einen Eindruck von der aktuellen Fahrzeugsituation zu vermitteln. Insbesondere führt die mechanische Entkopplung dazu, dass der Fahrer das Lenkrad ungehindert einen unbegrenzt großen Lenkwinkel verdrehen kann, das heißt, beliebig viele Lenkradumdrehungen durchführen kann. Dies entspricht nicht
30 der gewohnten Lenkbedienung eines Fahrzeugs und kann allein daher zu Irritation des Fahrers führen. Fahrerische Fehler bei der Lenkbedienung, insbesondere während der Fahrt, können zu sicherheitskritischen Situationen führen. Jede Form von Irritation oder Ablenkung des Fahrers sollte vermieden werden.

35 Zur Verbesserung der Fahrsicherheit dienen Verriegelungsvorrichtungen für eine eine Lenkspindel umfassende Lenksäule eines Steer-by-Wire Lenksystems dazu, dem Fahrer des Kraftfahrzeugs in bestimmten Situationen ein haptisches Feedback in Form eines stark

erhöhten bzw. nicht überwindbaren Lenkwiderstands bereitzustellen. Eine solche Situation ist beispielsweise gegeben, wenn das Lenkgetriebe bzw. die Räder den maximalen Lenkeinschlag erreicht hat bzw. haben. Auch wenn eines der oder beide mit dem Lenkgetriebe wirkverbundenen Räder des Kraftfahrzeugs während des Lenkvorgangs gegen ein Hindernis, insbesondere ein Bord-, Rand- bzw. Kantstein, stößt bzw. stoßen, ist ein haptisches Feedback für den Fahrer erwünscht. Beiden Situationen ist gemeinsam, dass die Räder nicht weiter in die Richtung der Lenkbewegung gelenkt werden können. Das erwünschte haptische Feedback kann dergestalt sein, dass der Lenkwiderstand stark zu erhöhen ist, genau dann, wenn die Räder nicht weiter in die Richtung der jeweiligen Lenkbewegung gelenkt werden können. Diese Art des haptischen Feedbacks wird auch als simulierter Anschlag bezeichnet.

Um den Lenkwiderstand situationsabhängig zu erhöhen, ist aus dem Stand der Technik bekannt, die Lenkspindel mit einem entsprechenden, gegen die Richtung der Lenkbewegung wirkenden Drehmoment zu beaufschlagen. Allerdings erfordert dies einen entsprechend leistungsstarken Elektromotor, der demgemäß groß dimensioniert sein muss und somit einen vergleichsweise großen Bauraum benötigt und kostenintensiv ist.

Aus der DE 10 2016 206 610 A1 ist eine Steer-by-Wire Lenkvorrichtung für Kraftfahrzeuge mit einer Verriegelungsvorrichtung bekannt. Die Verriegelungsvorrichtung weist einen mit der Lenkspindel drehfest verbundenen zahnradformähnlichen Raststern, ein mit dem Raststern in Eingriff verbringbares Verrastelement und einen das Verrastelement bewegbaren Stellantrieb vor.

Nachteilig an dieser bekannten Lenkradverriegelungsvorrichtung sind die vergleichsweise langen Schaltzeiten des Bewegungsmechanismus'. Unter dem Begriff Schaltzeit wird die benötigte Zeitdauer verstanden, um von einem Zustand in einen anderen Zustand zu wechseln. Im Zusammenhang mit Verriegelungsvorrichtungen wird darunter die Zeitdauer verstanden, das Verrastelement von der Blockierstellung in die Freigabestellung zu bewegen bzw. umgekehrt. Für die Rückstellung des Verrastelements entlang des Stellwegs in dessen Ausgangslage ist eine entsprechend vorgespannte Rückstellfeder vorgesehen. Zwar könnte eine verbesserte Dynamik und somit kürzere Schaltzeiten des Bewegungsmechanismus' durch eine Erhöhung der Federkraft der Rückstellfeder, insbesondere durch Erhöhung der Federkonstante oder der Federauslenkung, erreicht werden. Jedoch müsste dann – zur Überwindung der erhöhten Federkraft – wiederum ein entsprechend leistungsstärkerer Elektromotor vorgesehen werden, der demgemäß bauraum- und kostenintensiver ist.

Aus der DE 603 03 081 T2 ist eine Verriegelungsvorrichtung mit einem festen und einem variablen mechanischen Wegendanschlag bekannt. Allerdings ist diese bekannte Verriegelungsvorrichtung vergleichsweise komplex und bauraumintensiv in ihrem Aufbau.

5 Weitere Verriegelungsvorrichtungen sind aus der FR 2 908 101 B1 und DE 10 2004 037 617 A1 bekannt.

Wenn ein Drehsinnwechsel im simulierten Anschlag sensorisch erfasst wird, dann ist die Lenksäule schnellstmöglich freizugeben. Mit anderen Worten: Das Verrastelement der Verriegelungsvorrichtung ist unter möglichst kurzer Schaltzeit von der Blockierstellung in die Freigabestellung zu bewegen, damit nach dem erfassten Drehsinnwechsel das Lenkrad bzw. die Lenkspindel nicht weiter blockiert bleibt.

Die Erfassung der Position des Lenkrads ist eine sicherheitsrelevante Funktion und ist daher zuverlässig bzw. ausfallsicher (ASIL D) zu gewährleisten.

Im Lichte der vorangehend erläuterten Nachteile der bekannten Verriegelungsvorrichtungen liegt der vorliegenden Erfindung die Aufgabe zu Grunde, eine Verriegelungsvorrichtung zur Verfügung zu stellen, die mit vergleichsweise einfachen konstruktiven Mitteln kurze Schaltzeiten realisiert, einen kompakten Aufbau hat und zuverlässig ist.

Darstellung der Erfindung

Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird gelöst durch eine Verriegelungsvorrichtung für eine eine Lenkspindel umfassende Lenksäule eines Steer-by-Wire Lenksystems eines Kraftfahrzeugs mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch eine Lenksäule für ein Kraftfahrzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 10. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Erfindungsgemäß wird für eine Verriegelungsvorrichtung der eingangs genannten Art vorgeschlagen, dass der Stellantrieb zumindest einen ersten elektromagnetischen Aktuator und zumindest einen zweiten elektromagnetischen Aktuator umfasst. Durch zwei elektromagnetische Aktuatoren können kurze Schaltzeiten realisiert werden. Und zwar können elektromagnetische Aktuatoren jeweils so mit elektrischer Energie versorgt werden, dass sie große magnetische Kräfte erzeugen und somit mit großen Stellkräften auf das Verrastelement einwirken.

Die Vielzahl von Erhebungen und Vertiefungen sind alternierend in Umfangsrichtung angeordnet und können beispielsweise eine Verzahnung bilden.

5 Bevorzugt ist die Verriegelungsvorrichtung gerade kein Lenkradschloss, welches die Lenkspindel in einem Fall, wenn der Fahrzeugführer das Fahrzeug verlässt, in Drehrichtung festlegt bzw. blockiert. Vielmehr dient die Verriegelungsvorrichtung wie voranstehend erläutert dazu, dem Fahrer des Kraftfahrzeugs in bestimmten Situationen ein haptisches Feedback in Form eines stark erhöhten bzw. nicht überwindbaren Lenkwiderstands bereitzustellen, um die im Rahmen eines Steer-by-Wire Lenksystems wegfallende,
10 mechanische Kopplung zwischen der Lenksäule und dem Lenkgetriebe zu simulieren.

Die elektromagnetischen Aktuatoren können jeweils als Elektromagnete ausgebildet sein, umfassend eine Spule und einen in der Spule angeordneten Eisenkern. Zur Führung und Verstärkung des während der Bestromung, das heißt der Versorgung mit elektrischer
15 Energie, erzeugten Magnetfeldes können die jeweiligen Eisenkerne Anformungen aufweisen. Eine Steuerungseinheit dient zur gezielten Bestromung der Spulen zur Erzeugung von sich verändernden Magnetfeldern im bestimmungsgemäßen Betrieb, so dass das Verrastelement situationsabhängig in die Blockier- bzw. Freigabestellung bewegt wird.

20 Darüber hinaus können die Anformungen als mechanische Anschläge für die Schwenkbewegung des Verrastelements ausgebildet sein. Das mechanische Anschlagen gegen die Anformungen wirkt sich unterstützend auf den Vorgang der Magnetisierung der mit den elektromagnetischen Aktuatoren zusammenwirkenden Eisenelemente aus. Denn das mechanische Anschlagen verursacht einen Stoß bzw. Impuls, der die Ausrichtung der
25 magnetischen Domänen, auch als Weiss-Bezirke bekannt, begünstigt bzw. erleichtert. Die Ausrichtung der magnetischen Domänen in eine nahezu parallele Richtung ist ein wesentlicher, der Magnetisierung von Metallen zugrundeliegender Effekt auf kristalliner Ebene.

30 In vorteilhafter Weise ist der erste elektromagnetische Aktuator derart ausgebildet, das Verrastelement von der Blockierstellung in die Freigabestellung zu bewegen, und ist der zweite elektromagnetische Aktuator derart ausgebildet, das Verrastelement von der Freigabestellung in die Blockierstellung zu bewegen. Die Bewegungsrichtungen können hingegen auch in umgekehrter Richtung definiert sein.

35

In besonders vorteilhafter Weise sind die zwei elektromagnetischen Aktuatoren jeweils derart ausgebildet, das Verrastelement von sich wegzubewegen bzw. wegzudrücken bzw.

abzustoßen. Das Verrastelement von sich wegzubewegen bietet den Vorteil einer sehr schnellen Schaltzeit, da der Spalt zwischen dem elektromagnetischen Aktuator und dem Verrastelement sehr gering bzw. quasi nicht vorhanden ist. Dadurch ist der Wirkungsgrad zu Beginn des Schaltvorgangs sehr hoch. Somit kann eine entsprechend große Kraft genau dann bereitgestellt werden, wenn das Verrastelement beschleunigt werden muss, um dies von der einen in die andere Stellung zu überführen. Es ist auch denkbar, dass die zwei elektromagnetischen Aktuatoren jeweils derart ausgebildet sind, das Verrastelement an sich heranzubewegen bzw. anzuziehen. In beiden Fällen sind die zwei elektromagnetischen Aktuatoren jeweils so ausgebildet, in gleicher Weise auf das Verrastelement einzuwirken. Dies ermöglicht den Einsatz einer einfacheren und somit kostengünstigeren Steuerung der einzelnen Aktuatoren.

Alternativ kann der erste elektromagnetische Aktuator derart ausgebildet sein, das Verrastelement von sich wegzubewegen bzw. wegzudrücken bzw. abzustoßen, wohingegen der zweite elektromagnetische Aktuator derart ausgebildet ist, das Verrastelement an sich heranzubewegen bzw. anzuziehen, nämlich genau dann, wenn der erste elektromagnetische Aktuator das Verrastelement von sich wegbewegt bzw. wegdrückt bzw. abstößt. Bevorzugt findet dies innerhalb eines Schaltzyklus' statt, das heißt, bei einer Überführung zwischen der Freigabestellung und der Blockierstellung. Mit anderen Worten, agieren die beiden Aktuatoren zeitgleich bzw. die beiden Bewegungen geschehen gleichzeitig.

Eine demgegenüber entgegengesetzte bzw. umgekehrte Wirkungsweise ist ebenfalls denkbar, und zwar, dass der erste elektromagnetische Aktuator derart ausgebildet sein kann, das Verrastelement an sich heranzubewegen bzw. anzuziehen, wohingegen der zweite elektromagnetische Aktuator derart ausgebildet ist, das Verrastelement von sich wegzubewegen bzw. wegzudrücken bzw. abzustoßen, nämlich genau dann, wenn der erste elektromagnetische Aktuator das Verrastelement an sich heranzieht. Bevorzugt findet dies innerhalb eines Schaltzyklus' statt, das heißt, bei einer Überführung zwischen der Freigabestellung und der Blockierstellung. Mit anderen Worten, agieren die beiden Aktuatoren zeitgleich bzw. die beiden Bewegungen geschehen gleichzeitig.

In beiden Fällen sind die zwei elektromagnetischen Aktuatoren so ausgebildet, in verschiedener Weise auf das Verrastelement einzuwirken. Die Wirkungsweisen der zwei elektromagnetischen Aktuatoren ergänzen sich gegenseitig. Der eine Aktuator drückt oder zieht während der andere Aktuator zieht oder drückt. Dadurch kann eine besonders gute Dynamik und somit besonders kurze Schaltzeiten erreicht werden.

In einer bevorzugten Ausführung ist das Verrastelement um eine Schwenkachse verschwenkbar ausgebildet. Ein solches verschwenkbares Verrastelement ist auch als Sperr-/Schwenkhebel oder -klinke bekannt. Im Gegensatz zu axialverschiebbaren Verrastelementen können auf diese Weise besonders kurze Schaltzeiten realisiert werden.

5 Außerdem können so platz- bzw. bauraumsparende und kompakte Verriegelungseinrichtungen realisiert werden.

In einer besonders bevorzugten Ausführung ist das Verrastelement derart ausgebildet, dass dessen Schwenkachse durch dessen Massenschwerpunkt verläuft. Auf den

10 Massenschwerpunkt einwirkende, externe (Stör-)Kräfte, die beispielsweise durch Vibration oder andere Umwelteinflüsse verursacht werden können, bringen keine Drehmomente in das Verrastelement hinein. Dies verbessert die Zuverlässigkeit und Betriebssicherheit des Verrastelements. Außerdem ist damit ein relativ leichtgängiges, das heißt, geringere

15

Das Verrastelement kann zumindest eine in den Raststern eingreifende Formschlusseinheit und zumindest eine mit der Formschlusseinheit fest verbundene Gegeneinheit umfassen.

Die Formschlusseinheit verläuft von dem Massenschwerpunkt bis zu dem dem Raststern zugewandten offenen bzw. freien Ende des Verrastelements und ist schenkelartig

20 ausgebildet. Die Formschlusseinheit wirkt mit dem Raststern zusammen, indem sie in den Eingriff mit dem Raststern verbracht werden kann. „Eingriff“ bedeutet in diesem

Zusammenhang, dass die Formschlusseinheit in eine der Vertiefungen des Raststerns verbracht bzw. eingerückt bzw. bewegt, insbesondere verschwenkt, ist, sodass die Drehung

25 Drehbewegung lediglich innerhalb des durch zwei aufeinanderfolgende Erhebungen des Raststerns definierten Zwischenraums, möglich ist. Dieser Zwischenraum entspricht einer Vertiefung.

Die Gegeneinheit verläuft von dem Massenschwerpunkt bis zu dem dem Stellantrieb

30 zugewandten offenen bzw. freien Ende des Verrastelements und ist schenkelartig

ausgebildet. Die Gegeneinheit wirkt mit dem Stellantrieb zusammen, indem sie von den elektromagnetischen Aktuatoren hin und her bewegbar ist, insbesondere verschwenkbar ist.

Der Raststern der erfindungsgemäßen Verriegelungsvorrichtung kann ein gesondertes

35 Bauteil sein, das an der Lenkspindel befestigt ist. Alternativ kann der Raststern eine einstückig mit der Lenkspindel ausgebildete Anformung sein, die beispielsweise unter

anderem durch spangebende Fertigung der Lenkspindel hergestellt ist oder durch einen Kaltumformprozess.

Die Formschlusseinheit und die Gegeneinheit können aus verschiedenen oder aus den gleichen Werkstoffen bestehen. Durch die feste Verbindung der Formschlusseinheit mit der Gegeneinheit sind beide Einheiten in einer festen Orientierung zueinander bewegbar bzw. synchron zueinander bewegbar. Mit anderen Worten: Eine durch den Stellantrieb bewirkte Bewegung der Gegeneinheit führt zu einer entsprechenden Bewegung der Formschlusseinheit. Die feste Verbindung kann durch Kraftschluss, Formschluss oder Stoffschluss realisiert werden. Auch Kombinationen dieser Verbindungstechniken sind denkbar. Die Formschlusseinheit und die Gegeneinheit können alternativ auch einstückig ausgebildet sein.

Die Formschlusseinheit kann hakenförmig ausgebildet sein. Die Hakenform ist demgemäß so ausgeführt, dass die Formschlusseinheit an dem dem Raststern zugewandten offenen Ende eine zu den Erhebungen des Raststerns formkomplementäre Hinterschneidung aufweist.

Die Verriegelungsvorrichtung kann einen Permanentmagneten bzw. Dauermagneten aufweisen. Dieser kann derart ausgebildet sein, das Verrastelement bei ausbleibender Aktuierung in der zuletzt eingenommenen Stellung zu halten. Dies wird durch eine entsprechende Positionierung des Permanentmagneten relativ zu dem verschwenkbaren Verrastelement erreicht. Und zwar ist die Position des Permanentmagneten so zu wählen, dass das Magnetfeld des Permanentmagneten derart auf das Verrastelement einwirkt, dass die magnetische Kraft das Verrastelement entgegen äußerer Störeinflüsse bzw. -kräfte festhalten kann. Auf diese Weise kann selbst bei ausbleibender elektromagnetischer Aktuierung, beispielsweise bei einem Stromausfall im Bordnetz des Fahrzeugs und somit bei einer Deaktivierung der elektromagnetischen Aktuatoren, das Verrastelement in der zuletzt eingenommenen Stellung, das heißt, entweder in der Blockierstellung oder Freigabestellung, magnetisch gehalten bzw. fixiert werden. Dadurch ist stets – auch bei bzw. nach einer Betriebsstörung – ein eindeutiger und somit sicherer Betriebszustand der Verriegelungsvorrichtung sichergestellt.

Es ist auch denkbar, den Permanentmagneten derart auszubilden, das Verrastelement bei ausbleibender Aktuierung in eine zuvor festgelegte Stellung (Default- bzw. Standardstellung), das heißt, entweder in die Blockierstellung oder Freigabestellung, zu verbringen, sofern die zuletzt eingenommene Stellung nicht der Standardstellung entspricht, oder zu halten, sofern

die zuletzt eingenommene Stellung der Standardstellung entspricht. Dies stellt stets – auch bei bzw. nach einer Betriebsstörung – einen bestimmten und somit sicheren Betriebszustand der Verriegelungsvorrichtung sicher.

- 5 Für die Fälle, in denen der Permanentmagnet derart ausgebildet ist, das Verrastelement bei ausbleibender Aktuierung in die Blockierstellung zu bewegen, und der Raststern im Zeitpunkt eines Stromausfalls gerade in einer Winkelstellung ist, in der das Verrastelement nicht in den Eingriff mit dem Raststern gelangen kann, da es stirnseitig vor eine Erhebung des Raststerns stößt, ist die Verriegelungsvorrichtung zwar kurzzeitig in einem instabilen Zustand. Allerdings
10 genügt eine kleine Winkeländerung des Raststerns, um das Verrastelement wieder in den Eingriff mit dem Raststern zu bewegen und somit die Verriegelungsvorrichtung in einen stabilen und sicheren Zustand zu überführen.

- Zusätzlich oder alternativ kann der Permanentmagnet derart ausgebildet sein,
15 Eisenelemente zum Zusammenwirken mit den elektromagnetischen Aktuatoren zu magnetisieren. Dies ist insbesondere für Ausführungsformen erforderlich, die keine Anziehbewegungen, sondern Abstoßbewegungen des Verrastelements von den elektromagnetischen Aktuatoren vorsehen. Denn die Magnetisierung der Eisenelemente erzeugt die magnetischen Pole in den Eisenelementen, die für die Erzeugung einer durch die
20 Gegenpoligkeit bedingte Abstoßkraft zwingend erforderlich sind.

- Zur weiteren Verbesserung der Dynamik des Verriegelungsmechanismus' kann der Stellantrieb mehr als einen ersten und einen zweiten elektromagnetischen Aktuator umfassen. Insbesondere kann der Stellantrieb zwei erste und zwei zweite
25 elektromagnetische Aktuatoren umfassen. Dadurch können größere, auf das Verrastelement einwirkende Stellkräfte erzeugt werden. Dies ermöglicht kürzere Schaltzeiten.

- Außerdem ist dadurch eine Redundanz an elektromagnetischen Aktuatoren geschaffen, die die Zuverlässigkeit und Betriebs- bzw. Ausfallsicherheit der Verriegelungsvorrichtung
30 verbessert. Denn der zusätzliche erste und der zusätzliche zweite elektromagnetische Aktuator kann jeweils bei einem Ausfall des ersten oder des zweiten elektromagnetischen Aktuators als Ersatz jeweils für diesen dienen.

- Des Weiteren ist erfindungsgemäß eine Lenksäule für ein Kraftfahrzeug vorgesehen,
35 umfassend eine Lenkspindellagereinheit, in der eine Lenkspindel drehbar gelagert ist, wobei die Lenkspindel mit einem Lenkrad koppelbar ist, und die Lenksäule eine

Verriegelungsvorrichtung umfasst, die wie vorangehend dargestellt ausgebildet ist, wobei sämtliche Merkmale miteinander kombiniert werden können.

5 Bevorzugt ist die Lenksäule lenkradschlossfrei ausgebildet, das heißt, weist die Lenksäule kein Lenkradschloss auf, welches die Lenkspindel in einem Fall, wenn der Fahrzeugführer das Kraftfahrzeug verlässt, insbesondere im Fall einer ungewollten Inbetriebnahme des Kraftfahrzeugs, in Drehrichtung festlegt bzw. blockiert.

Beschreibung der Zeichnungen

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind im Folgenden anhand der Zeichnungen näher erläutert. Im Einzelnen zeigen

5

Figur 1 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verriegelungsvorrichtung in einer perspektivischen Darstellung,

Figur 2 die Verriegelungsvorrichtung aus Figur 1 in einer Detailansicht,

10

Figur 3 die Verriegelungsvorrichtung aus Figur 1 in einer Draufsicht,

Figur 4 die Verriegelungsvorrichtung aus Figur 1 in einer Draufsicht,

15

Figur 5 eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verriegelungsvorrichtung in einer Draufsicht,

Figur 6 die Verriegelungsvorrichtung aus Figur 5 in einer Draufsicht,

20

Figur 7 eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Lenksäule in einer perspektivischen Darstellung und

Figur 8 die Lenksäule aus Figur 7 in einer perspektivischen Detailansicht.

Ausführungsformen der Erfindung

In den verschiedenen Figuren sind gleiche Teile stets mit den gleichen Bezugszeichen versehen und sind daher in der Regel jeweils nur einmal benannt bzw. erwähnt.

5

Figur 1 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verriegelungsvorrichtung 1 in einer perspektivischen Darstellung. Die Verriegelungsvorrichtung 1 ist in ihrer Freigabestellung.

10 Die Verriegelungsvorrichtung 1 ist an einer eine Lenkspindel 2 umfassende Lenksäule 3 eines Steer-by-Wire Lenksystems eines Kraftfahrzeugs angeordnet. Und zwar ist die Verriegelungsvorrichtung 1 an dem dem in den Figuren nicht dargestellten Lenkrad abgewandten Ende der Lenksäule 3 stirnseitig mit der Lenksäule 3 über Öffnungen 4 zur Aufnahme von in den Figuren ebenfalls nicht dargestellten Schrauben befestigt. Die
15 Verriegelungsvorrichtung 1 ist von einem Gehäuseelement 5 umschlossen. Das Gehäuseelement 5 ist der besseren Sichtbarkeit der Verriegelungsvorrichtung 1 halber im Querschnitt dargestellt.

Die Verriegelungsvorrichtung 1 umfasst einen mit der Lenkspindel 2 fest verbundenen, eine
20 Vielzahl von Erhebungen 6 und Vertiefungen 7 aufweisenden Raststern 8, ein relativ zu dem Raststern 8 bewegbares Verrastelement 9 und einen Stellantrieb 10. Die Erhebungen 6 und Vertiefungen 7 sind auf dem Raststern in einem Umfangsabschnitt ausgebildet und sind in Umfangsrichtung alternierend angeordnet.

25 Der Raststern 8 ist zahnradformähnlich ausgebildet. Die Erhebungen 6 des Raststerns 8 sind als Raststernzähne mit senkrecht bzw. normal zu der äußeren Mantelfläche des Raststerns 8 orientierten Zahnflanken ausgebildet. Die Vertiefungen 7 des Raststerns 8 sind als Rastersternzahn­lücken ausgebildet, die jeweils durch zwei in Umfangsrichtung des Raststerns 8 aufeinanderfolgende Raststernzähne gebildet sind.

30

Der Stellantrieb 10 ist derart ausgebildet, das Verrastelement 9 zwischen einer die Drehung der Lenkspindel 2 blockierenden Stellung (Blockierstellung) und einer die Drehung der Lenkspindel 2 freigebenden Stellung (Freigabestellung) hin und her zu bewegen, mit anderen Worten, ist das Verrastelement 9 zwischen der Blockierstellung und der
35 Freigabestellung mittels des Stellantriebs 10 umschaltbar.

Figur 2 zeigt das Verrastelement 9 und den Stellantrieb 10 der Verriegelungsvorrichtung 1 in einer schematisierten Detailansicht. Der besseren Übersicht halber ist das Gehäuseelement 5 nicht dargestellt. Die Verriegelungsvorrichtung 1 ist in ihrer Freigabestellung.

- 5 Der Stellantrieb 10 umfasst einen ersten elektromagnetischen Aktuator 11 und einen zweiten elektromagnetischen Aktuator 12. Bei den elektromagnetischen Aktuatoren 11, 12 handelt es sich jeweils um Elektromagnete.

10 Der erste elektromagnetische Aktuator 11 umfasst eine Spule 13, einen in der Spule 13 angeordneten Eisenkern 14 und ein Öffnungen 15 aufweisendes Verbindungselement 16. Der Aktuator 11 ist über das Verbindungselement 16 mit dem (in Figur 2 nicht dargestellten) Gehäuseelement 5 der Verriegelungsvorrichtung 1 ortsfest verbunden. Der Eisenkern 14 weist zwei Anformungen 17 unter einem rechten Winkel bezüglich der Eisenkernlängsachse auf, sodass der Eisenkern 14 U-förmig ausgebildet ist. Die Anformungen 17 bilden jeweils
15 ein offenes Ende des Eisenkerns 14. Die Anformungen 17 dienen als „Verlängerung“ des Eisenkerns 14 und als Wegbegrenzung bzw. mechanischer Anschlag für die Schwenkbewegung des Verrastelements 9 in Richtung des ersten elektromagnetischen Aktuators 11.

20 In analoger Weise umfasst der zweite elektromagnetische Aktuator 12 eine Spule 18, einen in der Spule 18 angeordneten Eisenkern 19 und ein Öffnungen 20 aufweisendes Verbindungselement 21. Der Aktuator 12 ist über das Verbindungselement 21 mit dem (in Figur 2 nicht dargestellten) Gehäuseelement 5 der Verriegelungsvorrichtung 1 ortsfest verbunden. Der Eisenkern 19 umfasst zwei, unter einem rechten Winkel bezüglich der
25 Eisenkernlängsachse ausgebildete Anformungen 22 und ist somit als U-Form ausgebildet. Die Anformungen 22 bilden jeweils ein offenes Ende des Eisenkerns 19. Sie dienen als „Verlängerung“ des Eisenkerns 19 und als Wegbegrenzung bzw. mechanischer Anschlag für die Schwenkbewegung des Verrastelements 9 in Richtung des zweiten elektromagnetischen Aktuators 12.

30 Die Spulen 13, 18 sind jeweils elektrisch mit einer Stromversorgung verbunden und können durch eine in den Figuren nicht dargestellte Steuerungseinheit gezielt bestromt bzw. eingeschaltet werden. So entsteht jeweils ein magnetisches Feld mit einer der elektrischen Bestromung entsprechenden Polung. Die jeweils in den Spulen 13, 18 angeordneten
35 Eisenkerne 14, 19 führen und verstärken das jeweilige magnetische Feld.

Der erste elektromagnetische Aktuator 11 ist derart ausgebildet, das Verrastelement 9 von der Blockierstellung in die Freigabestellung zu bewegen. Der zweite elektromagnetische Aktuator 12 ist demgegenüber derart ausgebildet, das Verrastelement 9 von der Freigabestellung in die Blockierstellung zu bewegen.

5

Die elektromagnetischen Aktuatoren 11, 12 sind jeweils derart ausgebildet, das Verrastelement 9 von sich wegzubewegen bzw. wegzudrücken bzw. abzustoßen.

Das Verrastelement 9 ist als ein Hebel bzw. eine Sperrklinke ausgebildet, der bzw. die um eine Schwenkachse 23 verschwenkbar ist. Die Schwenkachse 23 des Verrastelements 9 verläuft durch dessen Massenschwerpunkt.

Das Verrastelement 9 umfasst eine in den Raststern 8 eingreifende Formschlusseinheit 24 bestehend aus einem Sinterwerkstoff und eine mit der Formschlusseinheit 24 fest verbundene Gegeneinheit 25 bestehend aus einem Kunststoff. Die Gegeneinheit 25 ist durch die elektromagnetischen Aktuatoren 11, 12 aktulierbar. Durch die feste Verbindung der Formschlusseinheit 24 mit der Gegeneinheit 25 sind diese beiden Einheiten in einer festen Orientierung zueinander bewegbar bzw. synchron zueinander bewegbar. Der Massenschwerpunkt des Verrastelements 9 liegt in dem die Gegeneinheit 25 und die Formschlusseinheit 24 verbindenden Bereich. Durch den Verbindungsbereich verläuft die Schwenkachse 23 des Verrastelements 9.

Die Formschlusseinheit 24 des Verrastelements 9 ist hakenförmig ausgebildet. Das offene Ende der Formschlusseinheit 24 ist derart ausgebildet, formkomplementär mit den als Raststernzähne ausgebildeten Erhebungen 6 zusammenzuwirken bzw. in Eingriff zu treten. Bei einem Eingriff der Formschlusseinheit 24 in den Raststern 8 entsteht eine Wirkflächenpaarung zwischen einer der senkrecht bzw. normal zu der äußeren Mantelfläche des Raststerns 8 orientierten Zahnflanken eines Raststernzahns und der zu der Zahnflanke formkomplementär ausgebildeten Formschlusseinheit 24.

30

Die Gegeneinheit 25 des Verrastelements 9 ist stoffschlüssig mit zwei Eisenelementen 26, die jeweils in die Gegeneinheit 25 eingelassen sind bzw. von der Gegeneinheit 25 umschlossen sind, verbunden. Die Eisenelemente 26 sind derart ausgebildet, jeweils magnetisch mit den elektromagnetischen Aktuatoren 11, 12 zusammenzuwirken. Die stirnseitigen Flächen der Anformungen 17, 22 bilden jeweils Wirkflächenpaare mit den ihnen gegenüber angeordneten stirnseitigen Flächen der beiden Eisenelemente 26.

35

Die Abstoßbewegung der von dem Verrastelement 9 getragenen Eisenelemente 26 weg von den ortsfesten elektromagnetischen Aktuatoren 11, 12 ist das Ergebnis einer gleichartigen Polung der elektro-magnetisierten Stirnseiten der Anformungen 17, 22 einerseits und der magnetisierten Stirnseiten der beiden Eisenelemente 26 andererseits.

5

Die Verriegelungsvorrichtung 1 weist außerdem einen Permanentmagneten 27 auf. Der Permanentmagnet 27 weist Öffnungen 28 zur Hindurchführung von Schrauben zur Befestigung an dem Gehäuseelement 5 auf. Außerdem weist der Permanentmagnet 27 zwei rechtwinklige Anformungen auf. Dementsprechend ist der Permanentmagnet 27 U-förmig ausgebildet. Der Permanentmagnet 27 ist in Bezug auf die verschwenkbar gelagerte Gegeneinheit 25 in Radialrichtung außerhalb von dieser angeordnet.

10

Die magnetische Polung der jeweiligen Eisenelemente 26 entsteht durch eine durch den Permanentmagneten 27 induzierte bzw. bewirkte Magnetisierung. Das erste offene Ende des U-förmigen Permanentmagneten 27 bildet den magnetischen Nordpol, wohingegen das zweite offene Ende des U-förmigen Permanentmagneten 28 den magnetischen Südpol bildet. Der Permanentmagnet 27 ist in unmittelbar räumlicher Nähe zu den Eisenelementen 26 angeordnet. In der unmittelbar räumlichen Nähe des Permanentmagneten 27 bildet sich ein Magnetfeld aus. Durch die Einbringung der Eisenelemente 26 in das Magnetfeld des Permanentmagneten 27 richten sich die magnetischen Domänen der Eisenelemente 26 in etwa parallel zu dem Magnetfeld aus. Dies wird als Magnetisierung bezeichnet. Das mechanische Anschlagen der Eisenelemente 26 der Gegeneinheit 25 gegen die Anformungen 17, 22 im bestimmungsgemäßen Betrieb erzeugt einen Stoß bzw. Impuls, der die Ausrichtung der magnetischen Domänen begünstigt bzw. erleichtert.

15

20

25

Neben der Magnetisierung der Eisenelemente 26 erfüllt der Permanentmagnet 27 eine weitere Funktion. Und zwar dient der Permanentmagnet 27 dazu, bei ausbleibender elektromagnetischer Aktuierung, beispielsweise bei einem Stromausfall und somit bei einer Deaktivierung der elektromagnetischen Aktuatoren 11, 12, das Verrastelement 9 in der zuletzt eingenommenen Stellung, das heißt, entweder in der Blockierstellung oder Freigabestellung, magnetisch zu halten. Somit ist stets ein klar definierter und sicherer Betriebszustand der Verriegelungsvorrichtung 1 sichergestellt.

30

Die Figuren 3 und 4 verdeutlichen die Freigabestellung und die Blockierstellung der Verriegelungsvorrichtung 1 in einer Gegenüberstellung.

35

Figur 3 zeigt die Verriegelungsvorrichtung 1 in einer Draufsicht. Die Verriegelungsvorrichtung 1 ist in ihrer Freigabestellung.

Die Spule 13 des ersten elektromagnetischen Aktuators 11 ist durch eine in den Figuren nicht dargestellte Steuerungseinheit so bestromt, dass die Gegeneinheit 25 des Verrastelements 9 von dem ersten elektromagnetischen Aktuator 11 abgestoßen ist. Dadurch ist die Gegeneinheit 25 um die Schwenkachse 23 entgegen dem Uhrzeigersinn verschwenkt, und zwar so weit bis die Eisenelemente 26 der Gegeneinheit 25 gegen die Anformungen 22 anschlagen. Die Schwenkbewegung der Gegeneinheit 25 führt wiederum aufgrund der festen Verbindung mit der Formschlusseinheit 24 zu einer Schwenkbewegung der Formschlusseinheit 24 um die Schwenkachse 23 entgegen dem Uhrzeigersinn, nämlich aus dem Eingriff mit dem Raststern 8 heraus.

Figur 4 zeigt die Verriegelungsvorrichtung 1 in einer Draufsicht. Im Gegensatz zu den Figuren 1 bis 3 ist die Verriegelungsvorrichtung 1 in ihrer Blockierstellung.

Die Spule 18 des zweiten elektromagnetischen Aktuators 12 ist durch eine in den Figuren nicht dargestellte Steuerungseinheit so bestromt, dass die Gegeneinheit 25 des Verrastelements 9 von dem zweiten elektromagnetischen Aktuator 12 abgestoßen ist. Dadurch ist die Gegeneinheit 25 um die Schwenkachse 23 im Uhrzeigersinn verschwenkt, und zwar so weit bis die Eisenelemente 26 der Gegeneinheit 25 gegen die Anformungen 17 anschlägt. Aufgrund der festen Verbindung mit der Formschlusseinheit 24 führt die Schwenkbewegung der Gegeneinheit 25 zu einer Schwenkbewegung der Formschlusseinheit 24 um die Schwenkachse 23 im Uhrzeigersinn in den Eingriff mit dem Raststern 8 hinein.

Die Figuren 5 und 6 veranschaulichen die Freigabestellung und die Blockierstellung einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Verriegelungsvorrichtung 29 in einer Gegenüberstellung.

30

Figur 5 zeigt die Verriegelungsvorrichtung 29 in einer Draufsicht. Die Verriegelungsvorrichtung 29 ist in ihrer Freigabestellung.

Der grundlegende Aufbau der Verriegelungsvorrichtung 29 entspricht dem der Verriegelungsvorrichtung 1 aus den Figuren 1 bis 4. Die Verriegelungsvorrichtung 29 umfasst ebenfalls einen mit der Lenkspindel 2 drehfest verbundenen, eine Vielzahl von

35

Erhebungen 6 und Vertiefungen 7 aufweisenden Raststern 8, ein relativ zu dem Raststern 8 bewegbares Verrastelement 30 und einen Stellantrieb 31.

5 Das Verrastelement 30 ist als ein Hebel bzw. eine Sperrklinke ausgebildet, der bzw. die um die Schwenkachse 23 verschwenkbar ist, wobei die Schwenkachse 23 durch den Massenschwerpunkt des Verrastelements 30 verläuft. Das Verrastelement 30 umfasst eine in den Raststern 8 eingreifende Formschlusseinheit 32 und eine mit der Formschlusseinheit 32 fest verbundene Gegeneinheit 33.

10 Der Stellantrieb 31 umfasst einen ersten elektromagnetischen Aktuator 34 und einen zweiten elektromagnetischen Aktuator 35. Bei den elektromagnetischen Aktuatoren 34, 35 handelt es sich jeweils um Elektromagnete. Der Stellantrieb 31 kann das Verrastelement 30 zwischen der Blockierstellung und der Freigabestellung hin und her bewegen bzw. umschalten.

15 Im Unterschied zu der Formschlusseinheit 24 und der Gegeneinheit 25 bestehen sowohl die Formschlusseinheit 32 als auch die Gegeneinheit 33 aus einem magnetisierbaren Werkstoff und sind sowohl die Formschlusseinheit 32 als auch die Gegeneinheit 33 selbst aktulierbar. Und zwar ist die Gegeneinheit 33 durch den ersten elektromagnetischen Aktuator 34 aktulierbar und ist die Formschlusseinheit 32 durch den zweiten elektromagnetischen
20 Aktuator 35 aktulierbar.

Der erste elektromagnetische Aktuator 34 umfasst eine Spule 36 und eine Öffnungen aufweisende Eisenkerneinheit 37. Die Eisenkerneinheit 37 ist über durch die Öffnungen hindurchgeführte Befestigungsschrauben 38 mit dem Gehäuseelement 5 fest verbunden. Die
25 Eisenkerneinheit 37 weist eine Basis 39, einen inneren bzw. mittigen Schenkel 40 und zwei äußere Schenkel 41 auf. Die Schenkel 40, 41 sind jeweils an die Basis 39 angeformt und zueinander äquidistant. Die Basis 39 und die Schenkel 40, 41 sind einstückig bzw. monolithisch ausgebildet. Der innere Schenkel 40 ist innerhalb der Spule 36 angeordnet und dient somit als Eisenkern des ersten elektromagnetischen Aktuators 34 im engeren Sinne.
30 Die beiden äußeren Schenkel 41 der Eisenkerneinheit 37 sind außerhalb der Spule 36 angeordnet bzw. sind um die Spule 36 herumgeführt. Dadurch, dass die äußeren Schenkel 41 eine einstückige Einheit mit dem inneren Schenkel 40 bilden, dienen auch die äußeren Schenkel 41 als Eisenkern des ersten elektromagnetischen Aktuators 34.

35 Die drei Schenkel 40, 41 bilden jeweils ein offenes Ende der Eisenkerneinheit 37. Sie sind ausgehend von der Basis 39 derart orientiert bzw. ausgerichtet, dass die jeweils an die Oberflächenform der Gegeneinheit 33 angepasst sind. Somit fungieren sie als

Wegbegrenzung bzw. mechanischer Anschlag für die Schwenkbewegung der Gegeneinheit 33 des Verrastelements 30. Die stirnseitigen Flächen der Schenkel 40, 41 bilden jeweils ein Wirkflächenpaar mit den ihnen gegenüber angeordneten Oberflächenbereiche der Gegeneinheit 33.

5

Die Spule 36 des ersten elektromagnetischen Aktuators 34 ist durch eine in den Figuren nicht dargestellte Steuerungseinheit so bestromt, dass die Gegeneinheit 33 des Verrastelements 30 von dem ersten elektromagnetischen Aktuator 34 abgestoßen ist. Dadurch ist die Gegeneinheit 33 um die Schwenkachse 23 entgegen dem Uhrzeigersinn verschwenkt. Die Schwenkbewegung der Gegeneinheit 33 bewirkt aufgrund der festen Verbindung mit der Formschlusseinheit 32 eine Schwenkbewegung der Formschlusseinheit 32, nämlich aus dem Eingriff mit dem Raststern 8 heraus.

10

Figur 6 zeigt die Verriegelungsvorrichtung 29 in einer Draufsicht. Die Verriegelungsvorrichtung 29 ist in ihrer Blockierstellung.

15

Analog zu dem Aufbau des ersten elektromagnetischen Aktuators 34 umfasst der zweite elektromagnetische Aktuator 35 eine Spule 42 und eine Öffnungen aufweisende Eisenkerneinheit 43. Die Eisenkerneinheit 43 ist über durch die Öffnungen hindurchgeführte Befestigungsschrauben 44 mit dem Gehäuseelement 5 fest verbunden. Die Eisenkerneinheit 43 weist eine Basis 45, einen inneren bzw. mittigen Schenkel 46 und zwei äußere Schenkel 47 auf. Die Schenkel 46, 47 sind jeweils an die Basis 45 angeformt und zueinander äquidistant. Die Basis 45 und die Schenkel 46, 47 sind einstückig bzw. monolithisch ausgebildet. Der innere Schenkel 46 ist innerhalb der Spule 42 angeordnet und dient somit als Eisenkern des zweiten elektromagnetischen Aktuators 35 im engeren Sinne. Die beiden äußeren Schenkel 47 der Eisenkerneinheit 43 sind außerhalb der Spule 42 angeordnet bzw. sind um die Spule 42 herumgeführt. Dadurch, dass die äußeren Schenkel 47 eine einstückige Einheit mit dem inneren Schenkel 46 bilden, dienen auch die äußeren Schenkel 47 als Eisenkern des zweiten elektromagnetischen Aktuators 35.

20

25

30

Die drei Schenkel 46, 47 bilden jeweils ein offenes Ende der Eisenkerneinheit 43. Sie sind ausgehend von der Basis 45 derart orientiert bzw. ausgerichtet, dass die jeweils an die Oberflächenform der Formschlusseinheit 32 angepasst sind. Somit fungieren sie als Wegbegrenzung bzw. mechanischer Anschlag für die Schwenkbewegung der Formschlusseinheit 32 des Verrastelements 30. Die stirnseitigen Flächen der Schenkel 46, 47 bilden jeweils ein Wirkflächenpaar mit den ihnen gegenüber angeordneten Oberflächenbereiche der Formschlusseinheit 32.

35

Die Spule 42 des zweiten elektromagnetischen Aktuators 35 ist durch eine in den Figuren nicht dargestellte Steuerungseinheit so bestromt, dass die Formschlusseinheit 32 von dem zweiten elektromagnetischen Aktuator 35 abgestoßen ist. Dadurch ist die

5 Formschlusseinheit 32 um die Schwenkachse 23 im Uhrzeigersinn verschwenkt. Die Schwenkbewegung der Formschlusseinheit 32 bewegt die Formschlusseinheit 32 in den Eingriff mit dem Raststern 8 hinein.

Figur 7 zeigt eine Lenksäule 3 für ein Kraftfahrzeug mit einer drehbar gelagerten Lenkspindel 10 2, an deren dem in der Figur nicht dargestellten Kraftfahrzeugfahrer zugewandten Ende ein ebenfalls in der Figur nicht dargestelltes Lenkrad anbringbar ist. Die Lenksäule 3 umfasst darüber hinaus eine an die Karosserie des Fahrzeugs anbringbare Trageinheit 48, eine an der Trageinheit 48 befestigte Manteleinheit 49 mit einer Stelleinheit 50 sowie eine

15

Des Weiteren umfasst die Lenksäule 3 die in den Figuren 1 bis 4 dargestellte Verriegelungsvorrichtung 1, die von dem Gehäuseelement 5 umschlossen ist. Alternativ kann auch die in den Figuren 5 und 6 dargestellte Verriegelungsvorrichtung 29 vorgesehen sein. Die Verriegelungsvorrichtung 1 bzw. 29 ist an dem dem in der Figur nicht dargestellten 20 Lenkrad abgewandten axialen Ende der Lenksäule 3 angeordnet. Diese Anordnung ist auch in Figur 1 zu erkennen.

25

Ein weiteres Gehäuseelement 53 ist in Axialrichtung unmittelbar an das Gehäuseelement 5 angrenzend angeordnet.

Figur 8 zeigt ein Detail der Lenksäule 3. Das Gehäuseelement 53 ist im Querschnitt dargestellt. Ein Feedbackaktuator 54 ist von dem Gehäuseelement 53 umschlossen.

Der Feedbackaktuator 54 dient in einem Steer-by-Wire Lenksystem zur Bereitstellung bzw. 30 Simulation mechanischer Informationen für den Fahrzeugfahrer, insbesondere Vibrationen und mechanischer Widerstand während des Lenkens, vorzugsweise mechanischer Lenkwiderstand. Der Feedbackaktuator 54 umfasst einen Elektromotor, wobei dieser einen Stator 55 aufweist, der drehfest in dem Gehäuseelement 53 aufgenommen ist, und einen Rotor 56, der drehfest mit der Lenkspindel 2 verbunden ist.

35

Bezugszeichenliste

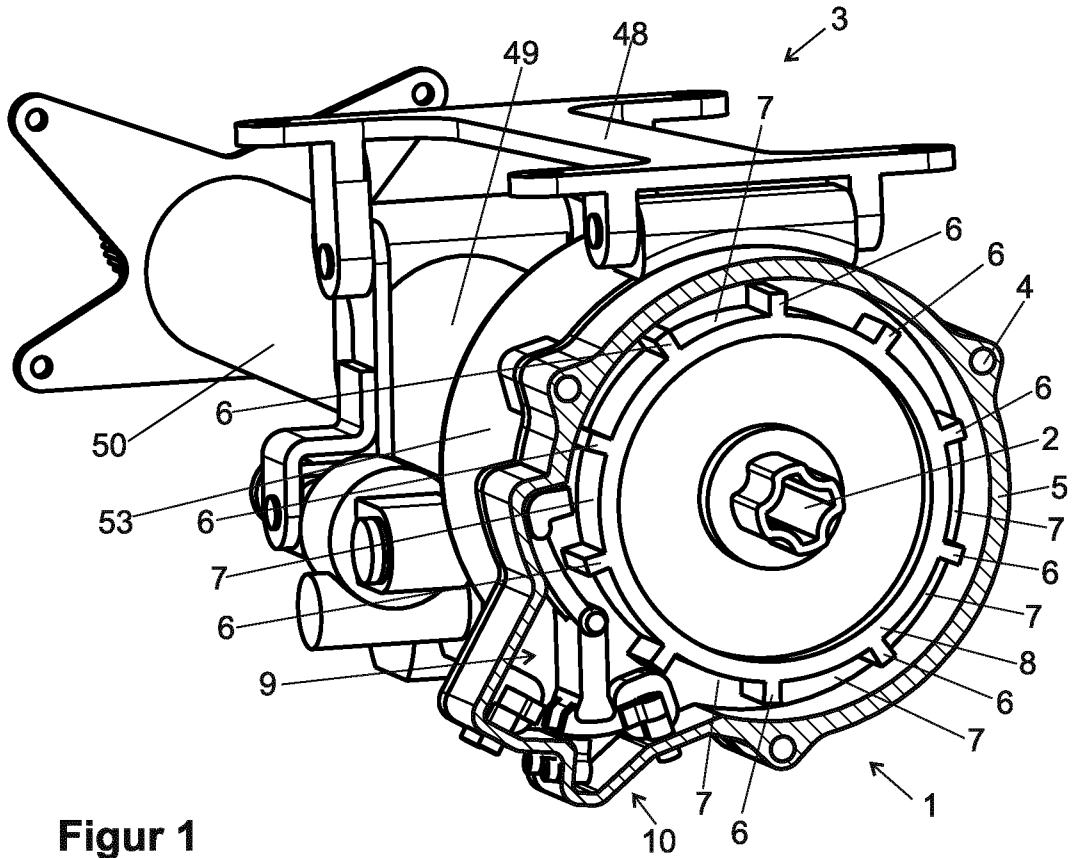
	1	Verriegelungsvorrichtung
	2	Lenkspindel
5	3	Lenksäule
	4	Öffnung
	5	Gehäuseelement
	6	Erhebungen
	7	Vertiefungen
10	8	Raststern
	9	Verrastelement
	10	Stellantrieb
	11	Erster elektromagnetischer Aktuator
	12	Zweiter elektromagnetischer Aktuator
15	13	Spule
	14	Eisenkern
	15	Öffnung
	16	Verbindungselement
	17	Anformung
20	18	Spule
	19	Eisenkern
	20	Öffnung
	21	Verbindungselement
	22	Anformung
25	23	Schwenkachse
	24	Formschlusseinheit
	25	Gegeneinheit
	26	Eisenelement
	27	Permanentmagnet
30	28	Öffnung
	29	Verriegelungsvorrichtung
	30	Verrastelement
	31	Stellantrieb
	32	Formschlusseinheit
35	33	Gegeneinheit
	34	Erster elektromagnetischer Aktuator
	35	Zweiter elektromagnetischer Aktuator

	36	Spule
	37	Eisenkerneinheit
	38	Befestigungsschrauben
	39	Basis
5	40	Innerer Schenkel
	41	Äußerer Schenkel
	42	Spule
	43	Eisenkerneinheit
	44	Befestigungsschrauben
10	45	Basis
	46	Innerer Schenkel
	47	Äußerer Schenkel
	48	Trageinheit
	49	Manteleinheit
15	50	Stelleinheit
	51	Höhenverstelleinrichtung
	52	Längsverstelleinrichtung
	53	Gehäuseelement
	54	Feedbackaktuator
20	55	Stator
	56	Rotor

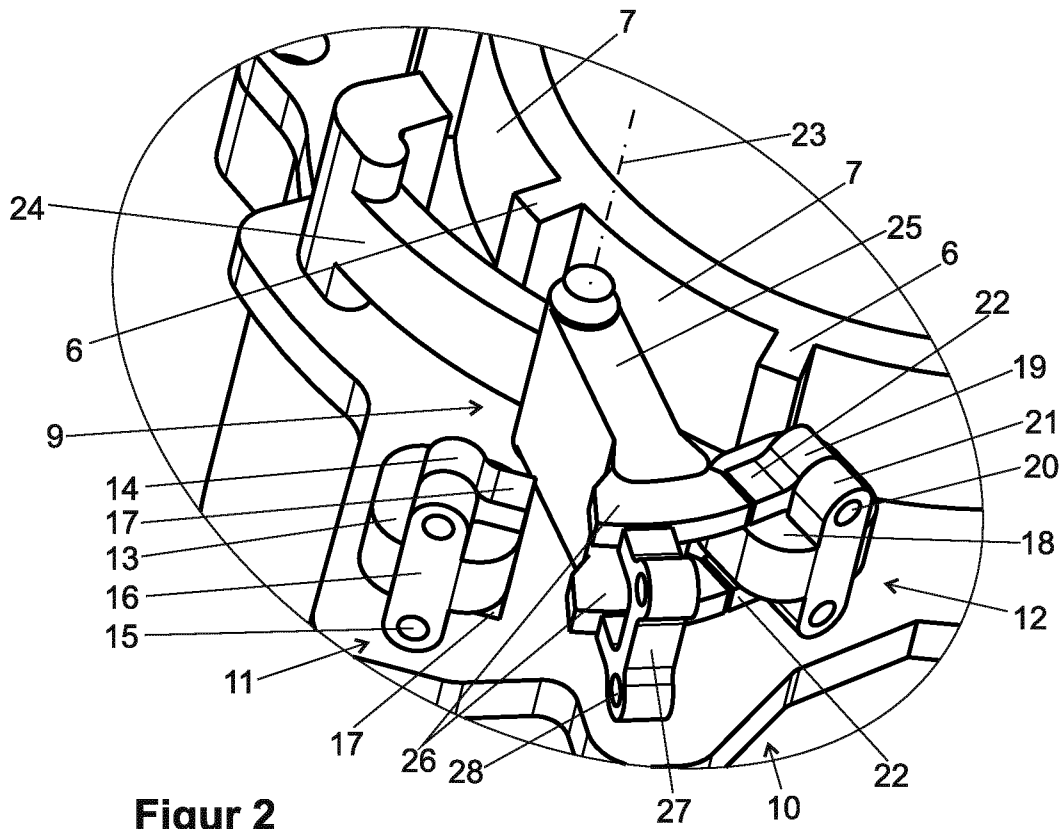
PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Verriegelungsvorrichtung (1; 29) für eine eine Lenkspindel (2) umfassende Lenksäule (3) eines Steer-by-Wire Lenksystems eines Kraftfahrzeugs, umfassend einen Raststern (8), der eine Vielzahl von Erhebungen (6) und Vertiefungen (7) aufweist, wobei der Raststern (8) drehfest mit der Lenkspindel (2) koppelbar ist, ein relativ zu dem Raststern (8) bewegbares Verrastelement (9; 30) und einen Stellantrieb (10; 31),
10 der derart ausgebildet ist, das Verrastelement (9; 30) zwischen einer Blockierstellung, in der die Drehung der Lenkspindel (2) blockiert ist, und einer Freigabestellung, in der die Drehung der Lenkspindel (2) freigegeben ist, umzuschalten, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stellantrieb (10; 31) zumindest einen ersten elektromagnetischen Aktuator (11; 34) und zumindest einen zweiten
15 elektromagnetischen Aktuator (12; 35) umfasst.
2. Verriegelungsvorrichtung (1; 29) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste elektromagnetische Aktuator (11; 23) derart ausgebildet ist, das Verrastelement (9; 30) von der Blockierstellung in die Freigabestellung zu bewegen,
20 und der zweite elektromagnetische Aktuator (12; 35) derart ausgebildet ist, das Verrastelement (9; 30) von der Freigabestellung in die Blockierstellung zu bewegen.
3. Verriegelungsvorrichtung (1; 29) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste und zweite elektromagnetische Aktuator (11, 12; 34, 35) jeweils derart ausgebildet ist, das Verrastelement (9; 30) von sich wegzubewegen oder an sich heranzuziehen.
25
4. Verriegelungsvorrichtung (1; 29) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der erste elektromagnetische Aktuator (11; 23) derart ausgebildet ist, das Verrastelement (9; 30) von sich wegzubewegen und der zweite elektromagnetische Aktuator (12; 35) derart ausgebildet ist, das Verrastelement (9; 30) an sich heranzuziehen, nämlich genau dann, wenn der erste elektromagnetische Aktuator (11; 23) das Verrastelement (9; 30) von sich wegbewegt oder jeweils umgekehrt.
30
5. Verriegelungsvorrichtung (1; 29) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verrastelement (9; 30) um eine Schwenkachse (23) verschwenkbar ist.
35

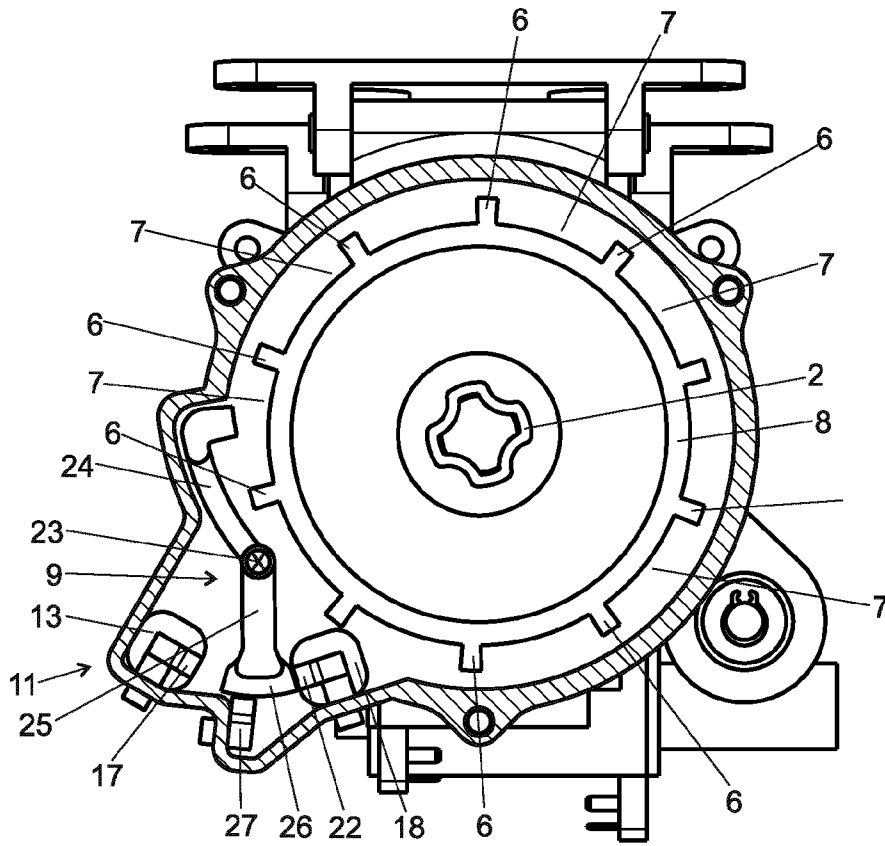
- 5
6. Verriegelungsvorrichtung (1) nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schwenkachse (23) des Verrastelements (9; 30) durch dessen Massenschwerpunkt verläuft.
7. Verriegelungsvorrichtung (1; 29) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Verrastelement (9; 30) zumindest eine in den Raststern (8) eingreifende Formschlusseinheit (24; 32) und zumindest eine mit der Formschlusseinheit (24; 32) fest verbundene Gegeneinheit (25; 33) umfasst.
- 10
8. Verriegelungsvorrichtung (1; 29) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verriegelungsvorrichtung (1; 29) einen Permanentmagneten (27) aufweist, der derart ausgebildet ist, das Verrastelement (9; 30) bei ausbleibender Aktuierung in der zuletzt eingenommenen Stellung zu halten und/oder derart ausgebildet ist, Eisenelemente (26) zum Zusammenwirken mit den elektromagnetischen Aktuatoren (11, 12) zu magnetisieren.
- 15
9. Verriegelungsvorrichtung (1) nach einem der vorgenannten Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Stellantrieb (10; 31) zwei erste und zwei zweite elektromagnetische Aktuatoren (11, 12; 34, 35) umfasst.
- 20
10. Lenksäule (3) für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine Lenkspindellagereinheit, in der eine Lenkspindel (2) drehbar gelagert ist, wobei die Lenkspindel (2) mit einem Lenkrad koppelbar ist, und wobei die Lenksäule (3) eine Verriegelungsvorrichtung (1; 29) umfasst, die nach einem der Ansprüche 1 bis 9 ausgebildet ist.
- 25



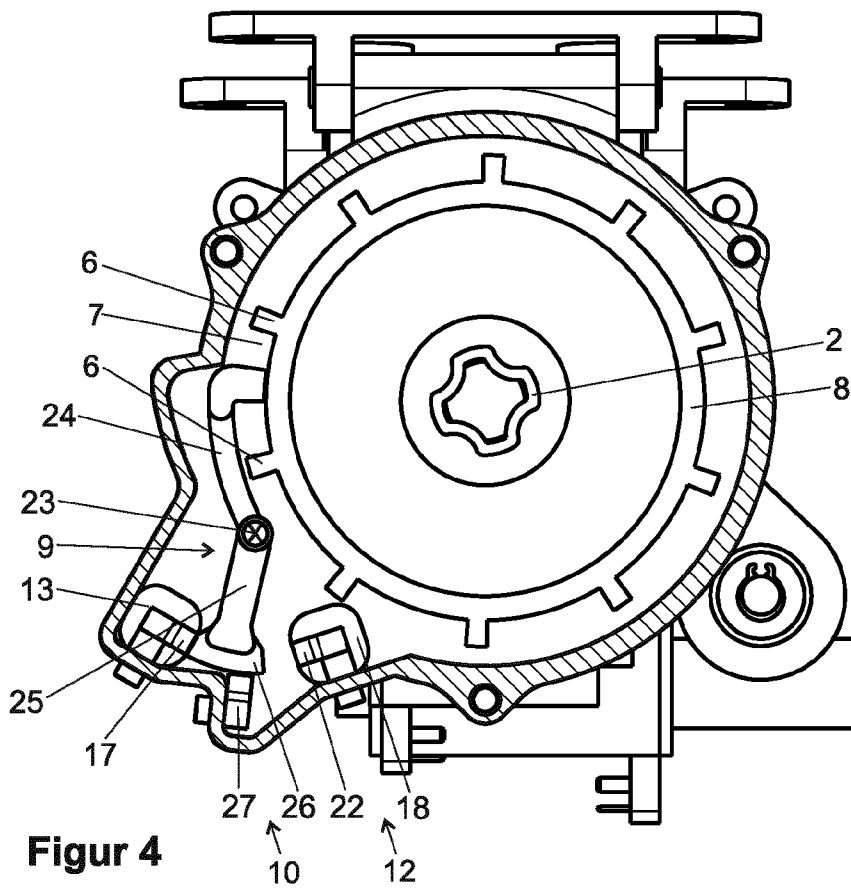
Figur 1



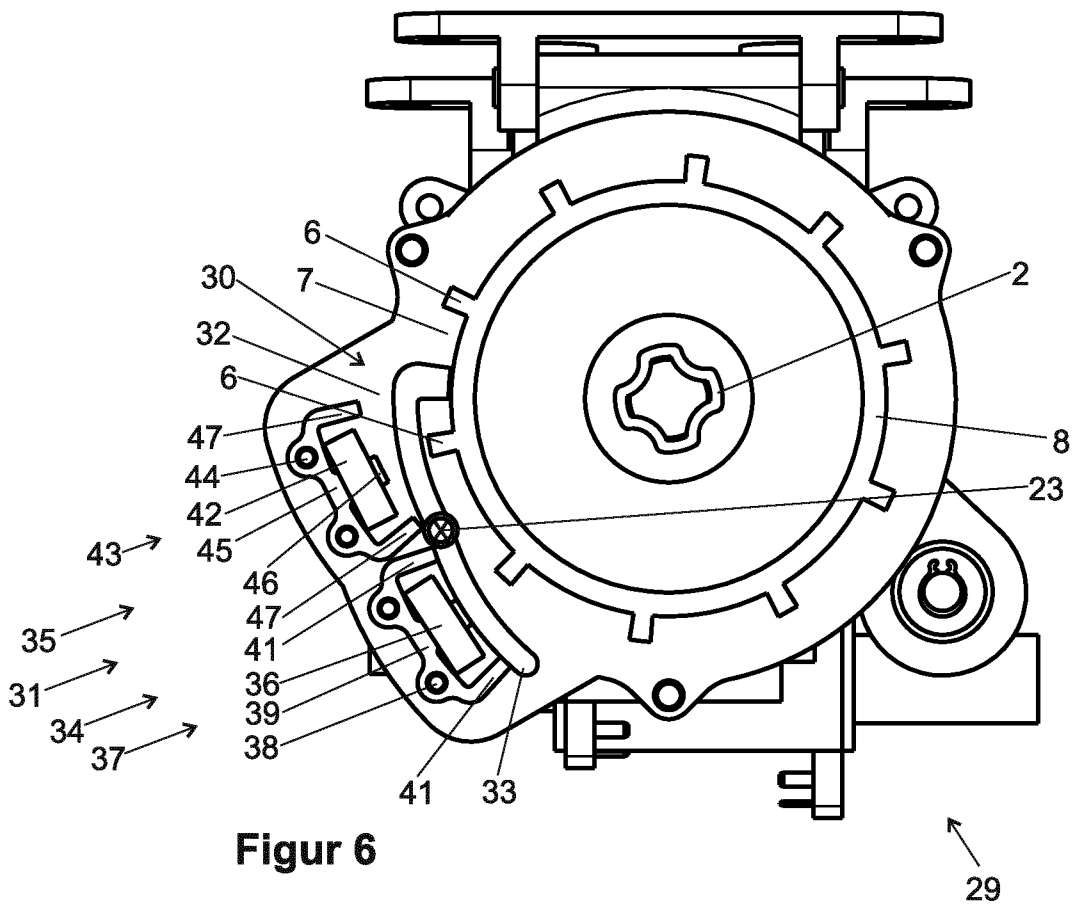
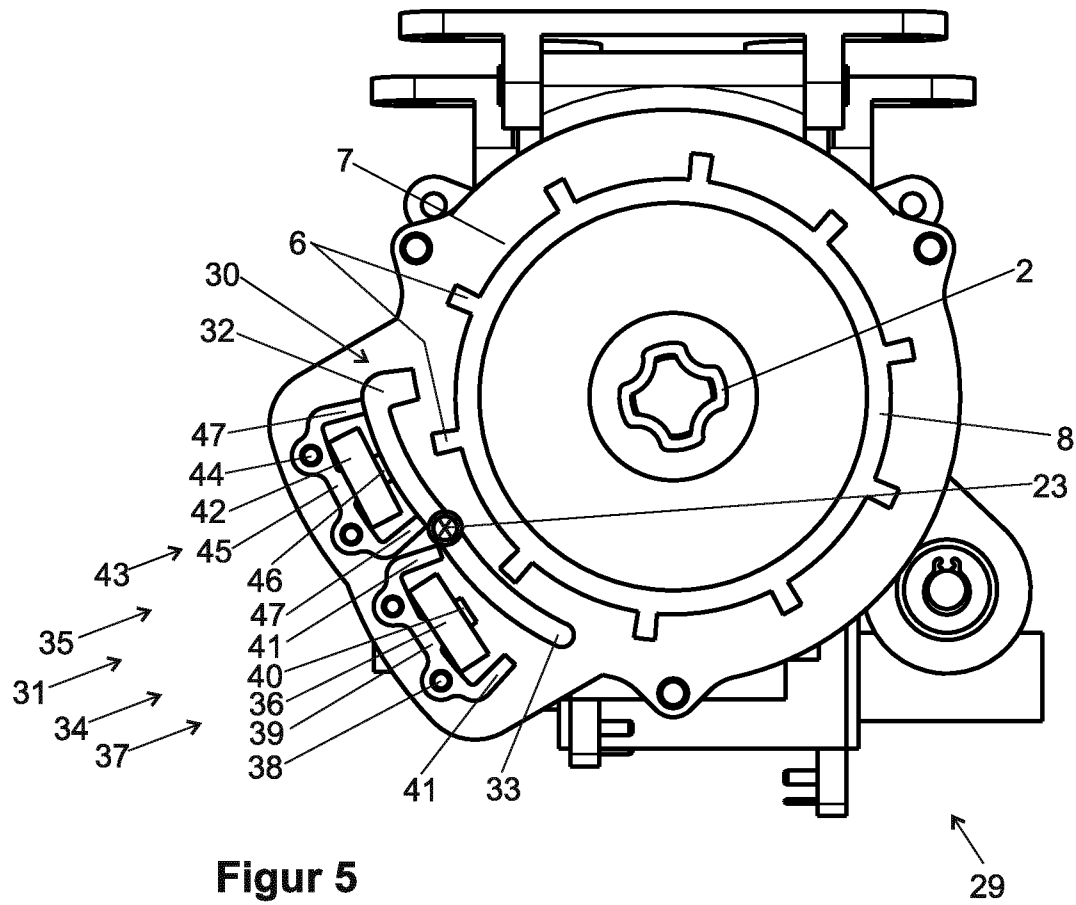
Figur 2

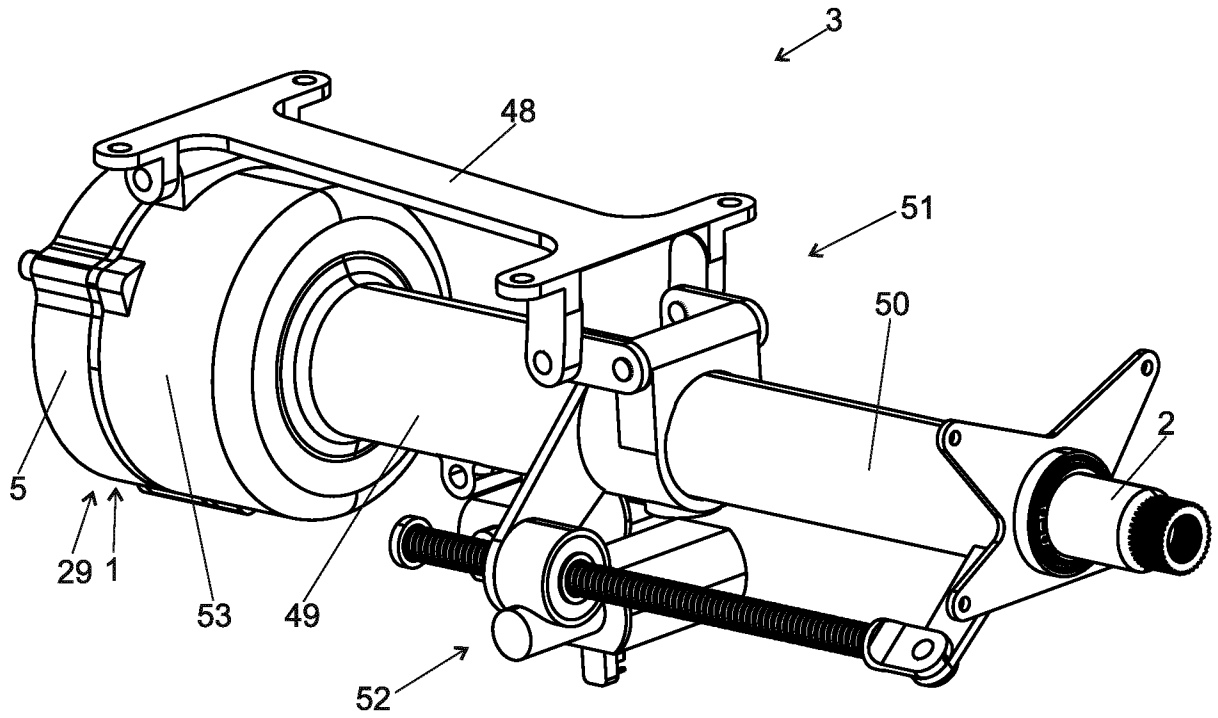


Figur 3

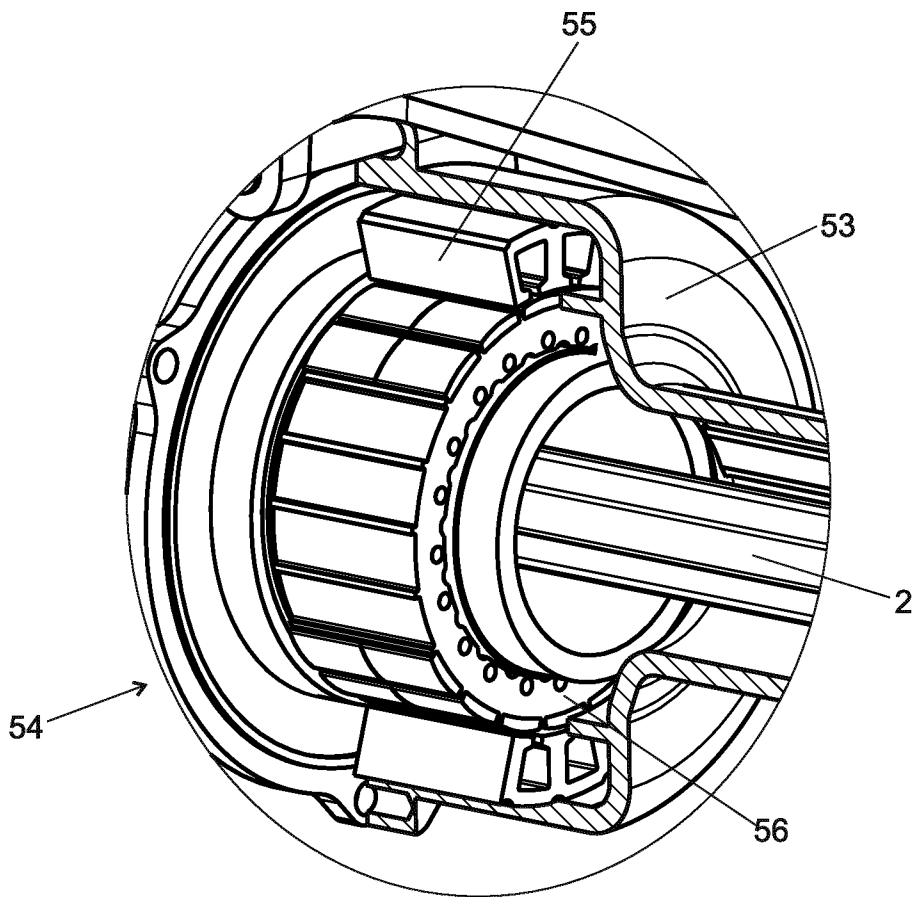


Figur 4





Figur 7



Figur 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/077924

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B60R 25/0215</i> (2013.01)i; <i>B62D 5/00</i> (2006.01)i 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) B60R; 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 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 A	DE 102014206120 A1 (OVALO GMBH [DE]) 01 October 2015 (2015-10-01) abstract; figures 1-11 paragraphs [0059], [0060]	1-8,10 9
X A	WO 2011098353 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; HENKE TORSTEN [DE]; XU MIN [DE]) 18 August 2011 (2011-08-18) abstract; claims 1,9; figures 1,2,5 page 4, lines 20-25 page 6, lines 7-18 page 9, line 26 - page 10, line 2	1-5,7,8,10 6,9
X	EP 1029755 A2 (VALEO GMBH & CO SICHERHEITSSYS [DE]) 23 August 2000 (2000-08-23) abstract; figure 2 paragraph [0021]	1,10
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 31 December 2020		Date of mailing of the international search report 18 January 2021
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Sleightholme, G Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/077924

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102016206610 A1 (THYSSENKRUPP AG [DE]; THYSSENKRUPP PRESTA AG [LI]) 19 October 2017 (2017-10-19) cited in the application abstract; figures 1-11 paragraph [0005]	1-10
A	EP 2960135 A1 (AUDI AG [DE]) 30 December 2015 (2015-12-30) abstract; figure 1	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/077924

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE	102014206120	A1	01 October 2015	NONE	
WO	2011098353	A1	18 August 2011	DE 102010001914 A1	18 August 2011
				EP 2536598 A1	26 December 2012
				JP 2013519585 A	30 May 2013
				US 2013043740 A1	21 February 2013
				WO 2011098353 A1	18 August 2011
EP	1029755	A2	23 August 2000	DE 19964173 C2	13 December 2001
				EP 1029755 A2	23 August 2000
				ES 2242584 T3	16 November 2005
				JP 4606538 B2	05 January 2011
				JP 2000233717 A	29 August 2000
DE	102016206610	A1	19 October 2017	DE 102016206610 A1	19 October 2017
				WO 2017182502 A1	26 October 2017
EP	2960135	A1	30 December 2015	CN 105216858 A	06 January 2016
				DE 102014009517 B3	17 September 2015
				EP 2960135 A1	30 December 2015
				US 2015375772 A1	31 December 2015

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. B60R25/0215 B62D5/00
 ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 B60R 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, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2014 206120 A1 (OVALO GMBH [DE]) 1. Oktober 2015 (2015-10-01)	1-8,10
A	Zusammenfassung; Abbildungen 1-11 Absätze [0059], [0060]	9
X	WO 2011/098353 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]; HENKE TORSTEN [DE]; XU MIN [DE]) 18. August 2011 (2011-08-18)	1-5,7,8, 10
A	Zusammenfassung; Ansprüche 1,9; Abbildungen 1,2,5 Seite 4, Zeilen 20-25 Seite 6, Zeilen 7-18 Seite 9, Zeile 26 - Seite 10, Zeile 2 ----- -/--	6,9

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

31. Dezember 2020

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/01/2021

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

Sleightholme, G

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 1 029 755 A2 (VALEO GMBH & CO SICHERHEITSSYS [DE]) 23. August 2000 (2000-08-23) Zusammenfassung; Abbildung 2 Absatz [0021] -----	1,10
A	DE 10 2016 206610 A1 (THYSSENKRUPP AG [DE]; THYSSENKRUPP PRESTA AG [LI]) 19. Oktober 2017 (2017-10-19) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildungen 1-11 Absatz [0005] -----	1-10
A	EP 2 960 135 A1 (AUDI AG [DE]) 30. Dezember 2015 (2015-12-30) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/077924

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102014206120 A1	01-10-2015	KEINE	

WO 2011098353 A1	18-08-2011	DE 102010001914 A1	18-08-2011
		EP 2536598 A1	26-12-2012
		JP 2013519585 A	30-05-2013
		US 2013043740 A1	21-02-2013
		WO 2011098353 A1	18-08-2011

EP 1029755 A2	23-08-2000	DE 19964173 C2	13-12-2001
		EP 1029755 A2	23-08-2000
		ES 2242584 T3	16-11-2005
		JP 4606538 B2	05-01-2011
		JP 2000233717 A	29-08-2000

DE 102016206610 A1	19-10-2017	DE 102016206610 A1	19-10-2017
		WO 2017182502 A1	26-10-2017

EP 2960135 A1	30-12-2015	CN 105216858 A	06-01-2016
		DE 102014009517 B3	17-09-2015
		EP 2960135 A1	30-12-2015
		US 2015375772 A1	31-12-2015
