

(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
03. Mai 2018 (03.05.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/077345 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60G 13/14 (2006.01) **F16F 9/56** (2006.01)
B60G 17/015 (2006.01) **F16F 1/12** (2006.01)
F16F 15/03 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2017/100903

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Oktober 2017 (19.10.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 221 206.0
27. Oktober 2016 (27.10.2016) DE

(71) Anmelder: **SCHAEFFLER TECHNOLOGIES AG & CO. KG** [DE/DE]; Industriestraße 1-3, 91074 Herzogenaurach (DE).

(72) Erfinder: **KREHMER, Hartmut**; Artilleriestraße 19a, 91052 Erlangen (DE). **WÜBBOLT-GORBATENKO, Benjamin**; Spinnereistraße 14, 91052 Erlangen (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, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Identität des Erfinders (Regel 4.17 Ziffer i)
- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

(54) Title: ELECTROMECHANICAL CHASSIS ACTUATOR

(54) Bezeichnung: ELEKTROMECHANISCHER FAHRWERKSAKTUATOR

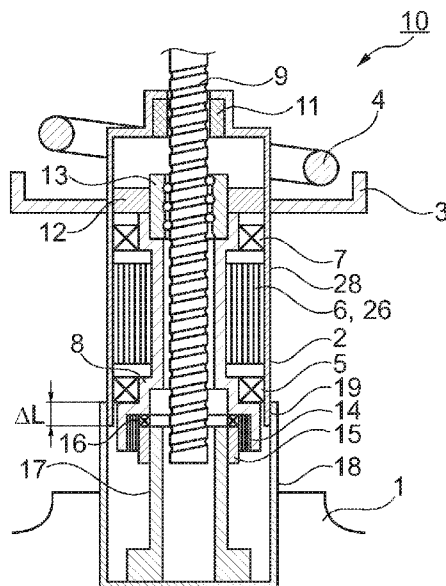


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an electromechanical chassis actuator having at least one screw drive (9, 13, 15, 17), which comprises at threaded spindle (9, 17) and a spindle nut (13, 15). The chassis actuator furthermore has a single electric motor (6), wherein the rotor (26) thereof is coupled to the spindle nut (13, 15), and a coupling (14, 21), which interacts with the screw drive (9, 13, 15, 17) and is switchable and is designed for switching between a level adjustment mode and a dampening mode of the screw drive (9, 13, 15, 17).

(57) Zusammenfassung: Ein elektromechanischer Fahrwerksaktuator weist mindestens einen Gewindetrieb (9, 13, 15, 17) auf, welcher eine Gewindespindel (9, 17) und eine Spindelmutter (13, 15) umfasst. Weiter weist der Fahrwerksaktuator einen einzigen Elektromotor (6) auf, wobei dessen Rotor (26) mit der Spindelmutter (13, 15) gekoppelt ist, sowie eine mit dem Gewindetrieb (9, 13, 15, 17) zusammenwirkende, schaltbare, zur Umschaltung zwischen einem Niveaustellmodus und einem Dämpfungsmodus des Gewindetriebs (9, 13, 15, 17) ausgebildete Kuppelung (14, 21).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

Elektromechanischer Fahrwerksaktuator

Die Erfindung betrifft einen elektromechanischen, zur Verwendung in einem Kraftfahr-
5 zeug geeigneten Fahrwerksaktuator.

Aus der DE 10 2006 052 253 B3 ist ein Verstellantrieb zur örtlichen Verstellung einer
Fahrwerkskomponente bekannt. Dieser Verstellantrieb weist mehrere, teilweise ex-
zentrisch zueinander angeordnete Räder auf, und ist mit einem Lenker verbunden,
10 welcher zur Anbindung eines Fahrzeugrades an einen Hilfsrahmen vorgesehen ist.

Die DE 10 2005 059 117 A1 offenbart einen Aktuator für ein aktives Fahrwerk eines
Kraftfahrzeugs, welcher einen hydraulischen oder pneumatischen Stellzylinder und ei-
ne Kompensationsfeder umfasst, wobei der Aktuator derart ausgelegt sein soll, dass
15 die statische Aufbaumasse des Kraftfahrzeugs von der Kompensationsfeder getragen
wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen elektromechanischen Fahrwerksak-
tuator anzugeben, welcher eine gegenüber dem Stand der Technik erweiterte Funkti-
20 onsvielfalt aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Fahrwerksaktuator mit den
Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein Verfahren zum Betrieb eines solchen
Aktuators gemäß Anspruch 10. Im Folgenden im Zusammenhang mit dem Betriebs-
25 verfahren erläuterte Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung gelten sinngemäß
auch für die Vorrichtung, das heißt den elektromechanischen Fahrwerksaktuator, und
umgekehrt.

- 2 -

Der Fahrwerksaktuator weist zwei Gewindetriebe auf die jeweils eine eigene Gewindespindel und eine eigene Spindelmutter aufweisen. In jedem Fall weist der elektromechanische Fahrwerksaktuator lediglich einen einzigen Elektromotor auf. Der Rotor dieses Elektromotors ist mit mindestens einer Spindelmutter gekoppelt oder koppelbar. Ferner weist der Fahrwerksaktuator eine schaltbare Kupplung auf, welche mit den Gewindetrieben des Fahrwerksaktuator zusammenwirkt. Die schaltbare Kupplung dient der Umschaltung zwischen einem Niveauverstellmodus und einem Dämpfungsmodus des Gewindetriebs.

- 5
10 Ist der Niveauverstellmodus des Fahrwerksaktuator aktiviert, so erfolgt eine Niveauverstellung des Fahrwerks beispielsweise nach dem in der DE 10 2014 215 420 A1 beschriebenen Prinzip.

- 15 Im Dämpfungsmodus wird dagegen eine lineare Bewegung der Gewindespindel in eine Rotation der Spindelmutter umgesetzt, welche durch elektromagnetische Kräfte gedämpft wird. Verschiedene elektromagnetische Stoßdämpfer, die nach diesem Prinzip arbeiten, sind zum Beispiel in den Dokumenten EP 1 515 064 B1 sowie DE 10 2010 013 935 A1 offenbart.

- 20 Der Elektromotor des elektromechanischen Fahrwerksaktuator kann im Dämpfungsmodus generatorisch betrieben werden. Ebenso ist es im Dämpfungsmodus möglich, durch Bestromung von Statorwicklungen des Elektromotors aktiv ein Drehmoment auf den mit der Spindelmutter gekoppelten Rotor aufzubringen.

- 25 Wird der elektromechanische Fahrwerksaktuator im Niveauverstellmodus betrieben, so ist ein Anheben des Fahrzeugaufbaus möglich, indem mittels des Elektromotors ein Drehmoment auf die Spindelmutter aufgebracht wird. Beim Absenken des Niveaus des Fahrzeugaufbaus kann der Elektromotor generatorisch betrieben werden, sofern es sich bei dem Gewindetrieb nicht um ein selbsthemmendes Getriebe, insbesondere
30 um einen Kugelgewindetrieb, handelt. In jedem Fall ist der Elektromotor, mit welchem die Dämpfungswirkung des Fahrwerksaktuator im Dämpfungsmodus erzielt wird, mit

- 3 -

dem zur Niveauverstellung genutzten Elektromotor identisch. Bevorzugt wird der elektromechanische Fahrwerksaktuator bei Einzelradaufhängungen eingesetzt. Prinzipiell ist auch eine Verwendung bei sonstigen Achskonstruktionen, beispielsweise Verbundlenkerachsen, möglich. Statt eines Kugelgewindetriebs oder einer Mehrzahl an Kugelgewindetrieben kann der Fahrwerksaktuator auch mindestens einen Gewindetrieb sonstiger Bauart, beispielsweise eine einfaches Bewegungsgewinde ohne Wälzkörper, aufweisen.

Der erfindungsgemäße Fahrwerksaktuators weist zwei coaxial zueinander angeordnete Gewindetriebe auf, welche jeweils eine gesonderte Gewindespindel sowie eine zugehörige Spindelmutter umfassen. Hierbei ist der Rotor des einzigen Elektromotors des Fahrwerksaktuators starr mit der Spindelmutter eines der beiden Gewindetriebe verbunden. Unter einer starren Verbindung wird dabei jegliche drehfeste Verbindung, auch unter Zwischenschaltung eines Dämpfungselementes, verstanden. Im Gegensatz zum ersten Gewindetrieb ist im Fall des zweiten Gewindetriebs die Spindelmutter lösbar, nämlich über die Kupplung schaltbar, mit dem Rotor des Elektromotors verbunden. Optional ist hierbei ein weiteres, als Untersetzungsgetriebe ausgelegtes Getriebe zwischen den Elektromotor und den zuschaltbaren Gewindetrieb geschaltet. Der zweite, zuschaltbare Gewindetrieb kommt vorzugsweise ausschließlich im Niveauverstellmodus des Fahrwerksaktuators zum Einsatz. Die Kupplung ist vorzugsweise als MRF-Kupplung ausgebildet, das heißt als Kupplung, welche mit einer magnetorheologischen Flüssigkeit arbeitet. Alternativ kann beispielsweise eine Reibungskupplung oder eine schaltbare, formschlüssige Kupplung beliebiger Bauart zum Einsatz kommen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Bauform des Fahrwerksaktuators mit zwei Gewindetrieben ist die Gewindespindel desjenigen Gewindetriebs, welcher die über die schaltbare Kupplung antreibbare Spindelmutter aufweist, als Hohlspindel ausgebildet. Die Gestaltung als Hohlspindel hat den Vorteil, dass die Gewindespindel des ersten Gewindetriebs, das heißt des Gewindetriebs, dessen Spindelmutter starr mit dem Rotor des Elektromotors verbunden ist, raumsparend in die als Hohlspindel ausgebildete Gewindespindel eingreifen kann.

Die zwei Gewindetriebe des Fahrwerksaktuators sind eindeutig den beiden Modi, in welchen der Fahrwerksaktor betreibbar ist, zuordenbar: Der erste Gewindetrieb, bei welchem der Rotor des Elektromotors und die Spindelmutter eine im bestimmungsgemäßen Betrieb nicht trennbare, in sich starre Komponente bilden, hat im Dämpfungsmodus eine zentrale Funktion. Zur Ausführung dieser Funktion ist der erste Gewindetrieb nicht selbsthemmend ausgelegt. Dagegen tritt der zweite, zuschaltbare Gewindetrieb ausschließlich im Niveauverstellmodus in Funktion. Das Halten einer Niveaueinstellung des Fahrwerks wird durch selbsthemmende Auslegung dieses Gewindetriebs begünstigt. Alternativ oder zusätzlich kann ein den zweiten Gewindetrieb blockierender Verriegelungsmechanismus vorgesehen sein.

Die lineare Verlagerung eines Federtellers kann auch in der ersten Bauform des Fahrwerksaktuators, sofern dieser im Niveauverstellmodus betrieben wird, vorgesehen sein. In definierten Niveaueinstellungen des Fahrwerksaktuators ist der Federteller in beiden Bauformen vorzugsweise mit Hilfe eines Rastmechanismus fixierbar. In einer solchen fixierten Einstellung ist der Fahrwerksaktor dann im Dämpfungsmodus als elektromechanischer Dämpfer betreibbar.

Allgemein sind die verschiedenen Betriebsmodi des eine Kupplung aufweisenden Fahrwerksaktuators folgendermaßen voneinander unterscheidbar:

- In einer ersten Schaltstellung der Kupplung wird mittels eines elektrisch betätigten Gewindetriebs eine Niveauverstellung eines Fahrwerks vorgenommen (Niveauverstellmodus),
- in einer zweiten Schaltstellung der Kupplung wird mittels eines Gewindetriebs, welcher nicht notwendigerweise mit dem im Niveauverstellmodus verwendeten Gewindetrieb identisch, jedoch in jedem Fall mit demselben elektrischen Antrieb gekoppelt ist, eine Dämpfungswirkung des Fahrwerksaktuators erzielt, wobei eine dämpfende Kraft auf eine rotierende Komponente des Gewindetriebs wirkt (Dämpfungsmodus).

Der Vorteil des elektromechanischen Fahrwerksaktuators liegt insbesondere darin, dass einerseits die Funktion eines elektromechanischen Stoßdämpfers und andererseits die Funktion einer Niveaueinstellung oder Niveauregulierung mit Hilfe eines einzigen, auch generatorisch betreibbaren Elektromotors realisiert ist.

Nachfolgend werden zwei Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Hierin zeigen:

10 Fig. 1 in einer schematischen Schnittdarstellung ein erstes Ausführungsbeispiel eines elektromechanischen Fahrwerksaktuators,

Fig. 2 in einer Darstellung analog Fig. 1 einen weiteren elektromechanischen Fahrwerksaktuators,

15

Fig. 3 bis 5 Komponenten des Fahrwerksaktuators nach Fig. 2.

Die folgenden Erläuterungen beziehen sich, soweit nicht anders angegeben, auf beide Ausführungsbeispiele.

20

Ein insgesamt mit dem Bezugszeichen 10 gekennzeichneten Fahrwerksaktuators ist zum Einbau in ein Kraftfahrzeug vorgesehen. Hierbei ist ein Gehäuse 2 des Fahrwerksaktuators 10 von einem Radträger 1 des nicht weiter dargestellten Kraftfahrzeugs aufgenommen. Das Gehäuse 2 ist mehrteilig aufgebaut und mit einem Feder-
25 teller 3 verbunden, an welchen sich eine Fahrwerksfeder 4 abstützt. In dem Gehäuse 2 befindet sich ein als Hohlwellenmotor ausgebildeter Elektromotor 6, dessen Rotor mit 26 bezeichnet ist. Der Rotor 26 ist fest mit einer Hülse 8 verbunden, welche mit Hilfe von Lagerungen 5, 7 rotierbar im Gehäuse 2 gelagert ist. Die Hülse 8 umgibt eine Gewindespindel 9 konzentrisch. Mit Hilfe eines Gleitlagerelementes 11 ist die Ge-

- 6 -

windespindel 9 verschiebbar im Gehäuse 2 gelagert. Eine Verdrehung der Gewindespindel 9 ist nicht vorgesehen. Die Gewindespindel 9 ist am Fahrzeugaufbau gegen Verdrehung gesichert.

- 5 Die Gewindespindel 9 bildet zusammen mit einer Spindelmutter 13 einen Gewindetrieb. Zwischen der Spindelmutter 13 und der Gewindespindel 9 rollen Kugeln als Wälzkörper ab; der Gewindetrieb ist damit als Kugelgewindetrieb ausgebildet. Die Spindelmutter 13 ist über die Hülse 8 fest mit dem Rotor 26 des Elektromotors 6 verbunden. Das in den Figuren nicht erkennbare obere Ende der Gewindespindel 9 ist
10 mit einem Fahrzeugaufbau verbunden. Jede Ein- und Ausfederung der Fahrwerksfeder 4 geht mit einer linearen Bewegung der Gewindespindel 9 einher, welche in eine Rotation des Rotors 26 des Elektromotors 6 umgesetzt wird. Der Elektromotor 6 wird hierbei generatorisch betrieben und wirkt als elektromagnetisches Dämpfungselement, welches einen sonstigen, beispielsweise hydraulischen Dämpfer ersetzt oder
15 ergänzt.

- Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 ist mit der Spindelmutter 13 eine Fliehkraftbremse 12 verbunden, welche zwischen der Spindelmutter 13 und dem Gehäuse 2 wirkt. In entsprechender Weise ist auch in den Fahrwerksaktuator nach Fig. 2 eine Fliehkraft-
20 bremsen integrierbar. Eine solche Fliehkraftbremse innerhalb eines elektromagnetischen Stoßdämpfers ist prinzipiell aus der DE 10 2010 013 935 A1 bekannt.

- Das Gehäuse 2 des Fahrwerksaktuators 10 nach Fig. 1 umfasst ein Gehäuseunterteil 18, welches am Radträger 1 gehalten ist, sowie ein Gehäuseoberteil 28, welches relativ zum Gehäuseunterteil 18 verschiebbar ist. Zur Verschiebung des Gehäuseoberteils
25 28 relativ zum Gehäuseunterteil 18 ist ein zweiter Gewindetrieb innerhalb des Fahrwerksaktuators 10 vorgesehen, welcher aus einer als Hohlspindel ausgebildeten Gewindespindel 17 und einer Spindelmutter 15 zusammengesetzt ist. Bei dem aus der Gewindespindel 17 und der Spindelmutter 15 gebildeten Gewindetrieb handelt es sich
30 um ein einfaches Bewegungsgewinde mit selbsthemmenden Eigenschaften. Die Spindelmutter 15 ist über eine Kupplung 14, welche im vorliegenden Fall als MRF-

- 7 -

Kupplung ausgebildet ist, mit der Hülse 8 koppelbar. In Fig. 1 ist ferner ein Lagerelement 16 zur axialen Lagerung der Hülse 8 auf der Gewindemutter 15 erkennbar. Die Gewindespindel 9 des ersten Gewindetriebs greift, wie ebenfalls aus Fig. 1 hervorgeht, in die hohle Gewindespindel 17 ein.

5

Wird die schaltbare Kupplung 14 geschlossen, so ist die Spindelmutter 15 durch den Elektromotor 6 antreibbar. Durch die geschlossene Kupplung 14 ist der Niveauverstellmodus des Fahrwerksaktuators 10 aktiviert. Die Rotation des Rotors 26 wird hierbei in eine Verschiebung zwischen den Gehäuseteilen 18, 28 umgesetzt, wobei zwischen den Gehäuseteilen 18, 28 eine Verdrehsicherung wirksam ist. Ein möglicher Verschiebeweg ist in Fig. 1 mit ΔL bezeichnet. Dem Verschiebeweg ΔL entspricht eine Verlagerung des Federtellers 3 in Längsrichtung der Gewindespindel 9. Damit ist durch den zweiten Gewindetrieb, das heißt durch den die Gewindespindel 17 und die Spindelmutter 15 umfassenden Gewindetrieb, der Fahrwerksaktor 10 als Aktuator zur Niveauverstellung betreibbar.

15

Sobald ein gewünschtes Fahrwerksniveau eingestellt ist, wird die schaltbare Kupplung 14 geöffnet, um den Fahrwerksaktor 10 als Dämpfer, das heißt im Dämpfungsmodus, in welchem der Rotor 26 durch Verschiebung der Gewindespindel 9 antreibbar ist, betreiben zu können. Eine Linearführung zwischen den Gehäuseteilen 18, 28 ist in Fig. 1 mit 19 bezeichnet.

20

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist der Federteller 3, welcher auch in diesem Fall höhenverstellbar ist, mit einer Verriegelungshülse 20 verbunden, welche gegenüber dem Gehäuse 2 höhenverstellbar ist und ebenso wie dieses die Gewindespindel 9 konzentrisch umgibt. Eine in Längsrichtung der Gewindespindel 9 unverschiebbare Verbindung zwischen dieser und der Verriegelungshülse 20 ist in der Ausgestaltung nach Fig. 2 durch eine Kupplung 21 herstellbar sowie aufhebbar. Ist die Kupplung 21 geöffnet, das heißt keine Kopplung zwischen der Verriegelungshülse 20 und der Gewindespindel 9 in Axialrichtung gegeben, so ist der Fahrwerksaktor 10 in Überein-

25

30

- 8 -

stimmung mit dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 als elektromagnetischer Dämpfer nutzbar.

Wird dagegen die Kupplung 21 geschlossen, so ist die Verriegelungshülse 20 zusammen mit der Gewindespindel 9 in Axialrichtung verlagerbar, das heißt höhenverstellbar. Die Verriegelungshülse 20 wirkt zusammen mit einem Verriegelungsring 22 und einem Schaltring 25, wie prinzipiell aus der DE 10 2014 215 420 A1 bekannt. In Fig. 2 sind ferner Lagerungen 23, 24 zur radialen beziehungsweise axialen Lagerung des Verriegelungsringes 22 auf dem Gehäuse 2 erkennbar. Insgesamt ist die durch die Verriegelungshülse 20, den Verriegelungsring 22, sowie den Schaltring 25 gebildete Verriegelungseinheit mit 27 bezeichnet. Die Verriegelungshülse 20 weist verschiedene Führungskonturen 29, 30 auf, welche zur Zusammenwirkung mit Steuernocken 31 des Verriegelungsringes 22 vorgesehen sind. Mit Hilfe der unterschiedlichen Führungskonturen 29, 30 ist die Verriegelungshülse 20 und mit dieser auch der Federteller 3 in zwei unterschiedlichen Höheneinstellungen arretierbar. Sobald der Federteller 3 arretiert ist, kann der Fahrwerksaktuator 10 bei geöffneter Kupplung 21 als elektromagnetischer Dämpfer, das heißt im Dämpfungsmodus, betrieben werden.

Bezugszeichenliste

	1	Radträger
	2	Gehäuse
	3	Federteller
5	4	Fahrwerksfeder
	5	Lagerung
	6	Elektromotor
	7	Lagerung
	8	Hülse
10	9	Gewindespindel
	10	Fahrwerksaktuator
	11	Gleitlagerelement
	12	Fliehkraftbremse
	13	Spindelmutter
15	14	Kupplung
	15	Spindelmutter
	16	Lagerelement
	17	Gewindespindel
	18	Gehäuseunterteil
20	19	Linearführung
	20	Verriegelungshülse
	21	Kupplung
	22	Verriegelungsring
	23	Lagerung
25	24	Lagerung
	25	Schaltring
	26	Rotor
	27	Verriegelungseinheit
	28	Gehäuseoberteil
30	29	Führungskontur
	30	Führungskontur
	31	Steuernocken
	ΔL	Verschiebeweg

Patentansprüche

- 5 1. Elektromechanischer Fahrwerksaktuator (10), mit zwei jeweils eine Spindelmutter (13,15) und eine Gewindespindel (9,17) aufweisende, coaxial zueinander angeordnete Gewindetriebe, (9,13,15,17), und mit einem einzigen Elektromotor (6), dessen Rotor (26) mit der einen Spindelmutter (13,15) gekoppelt ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine mit den Gewindetriebe (9,13,15,17) zusammenwirkende, zur Umschaltung zwischen einem Niveauverstellmodus und einem Dämpfungsmodus des Gewindetriebs (9,13,15,17) ausgebildete schaltbare Kupplung (14,21) vorgesehen ist, wobei der Rotor (26) starr mit der Spindelmutter (13) des einen Gewindetriebs (9,13) und über die Kupplung (14) schaltbar mit der Spindelmutter (15) des anderen Gewindetriebs (15,17) gekoppelt ist.
- 10 2. Fahrwerksaktuator (10) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewindespindel (17) desjenigen Gewindetriebs (15,17), welcher die über die Kupplung (14) antreibbare Spindelmutter (15) aufweist, als Hohlspindel ausgebildet ist.
- 15 3. Fahrwerksaktuator (10) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gewindespindel (9) des Gewindetriebs (9,13), dessen Spindelmutter (13) starr mit dem Rotor (26) verbunden ist, in die als Hohlspindel (17) ausgebildete Gewindespindel eingreift.
- 20 4. Fahrwerksaktuator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** derjenige Gewindetrieb (15,17), dessen Spindelmutter (15) über die Kupplung (14) mit dem Rotor (26) des Elektromotors (6) koppelbar ist, als selbsthemmender Gewindetrieb ausgelegt ist.
- 25 5. Fahrwerksaktuator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gewindetrieb (9,13,15,17) zur Verlagerung eines Federtellers (3) in axialer Richtung der Gewindespindel (9,17) ausgebildet ist.

- 11 -

6. Fahrwerksaktuator (10) nach Anspruch 5, **gekennzeichnet durch** einen Rastmechanismus (20,22,25) zur in einer Axialrichtung wirksamen Fixierung des Federtellers (3) im Dämpfungsmodus.
- 5 7. Fahrwerksaktuator (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kupplung (14,21) als MRF (magnetorheologische Flüssigkeits-) Kupplung ausgebildet ist.
- 10 8. Verfahren zum Betrieb eines in einem Fahrwerk eines Kraftfahrzeugs angeordneten Fahrwerksaktuators (10), welcher zwei Gewindetribe (9,13,15,17), sowie einen einzigen zur Betätigung der Gewindetribe (9,13,15,17) vorgesehenen elektrischen Antrieb (6), sowie eine zur Umschaltung zwischen verschiedenen Betriebsmodi des Fahrwerksaktuators (10) vorgesehene Kupplung (14,21) aufweist, wobei ein Rotor (26) des elektrischen Antriebs mit dem einen Gewindetrieb (9,13) verbunden ist und über die Kupplung (14) schaltbar mit dem anderen Gewindetrieb (15,17) gekoppelt ist, mit folgenden Merkmalen:
- 15 - In einer ersten Schaltstellung der Kupplung (14,21) wird mittels des anderen Gewindetriebs (15,17) eine Niveauverstellung des Fahrwerks vorgenommen,
- in einer zweiten Schaltstellung der Kupplung (14,21) wird mittels des einen Gewindetriebs (9,13,) eine Dämpfungswirkung des Fahrwerksaktuators (10)
- 20 erzielt, wobei eine dämpfende Kraft auf eine rotierende Komponente (6,8,13)) des Gewindetriebs (9,13,) wirkt.

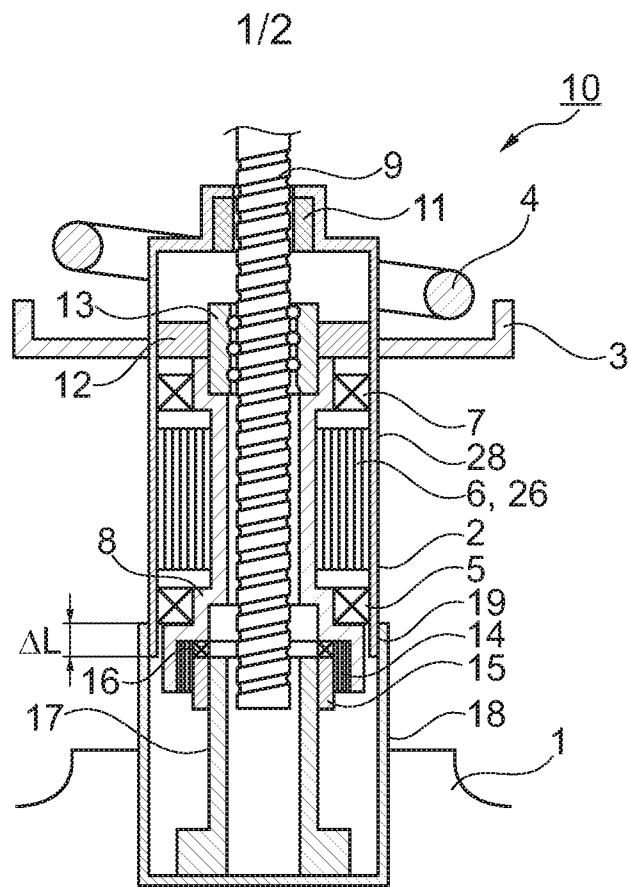


Fig. 1

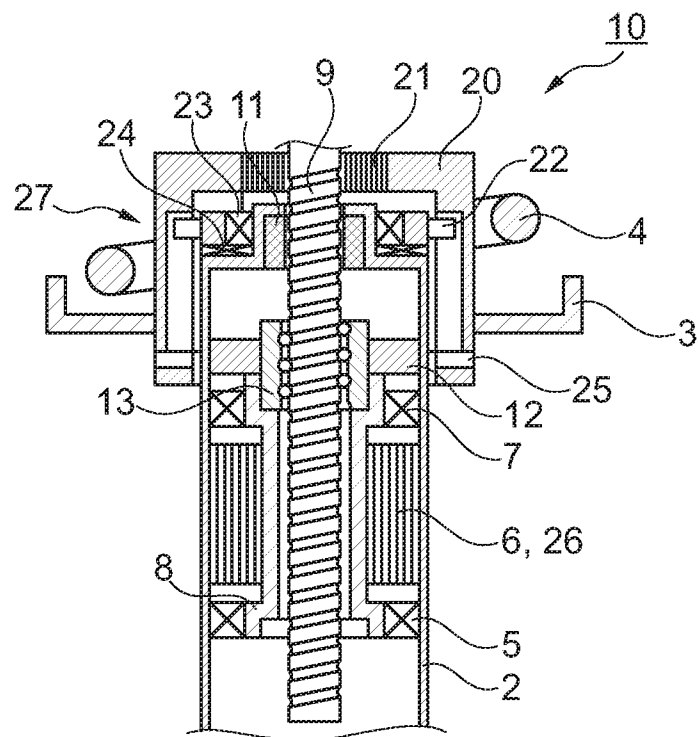


Fig. 2

2/2

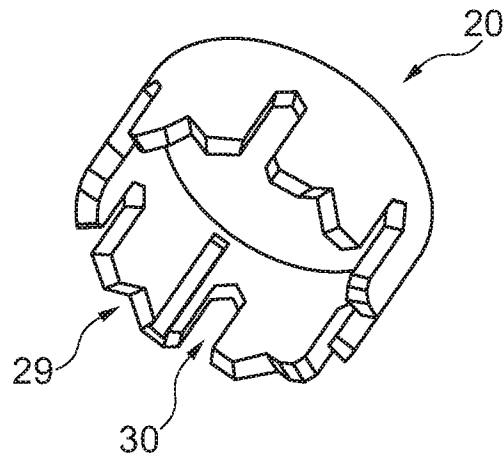


Fig. 3

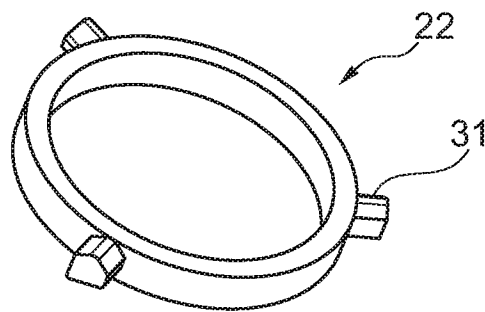


Fig. 4

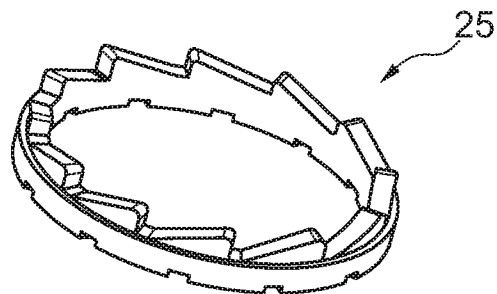


Fig. 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/100903

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. B60G13/14 B60G17/015 F16F15/03 F16F9/56 F16F1/12 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) B60G F16F 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 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>DE 101 20 102 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31 October 2002 (2002-10-31) paragraph [0036] - paragraph [0037]; figures 3,4 -----</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2011/080163 A1 (MAGNA STEYR FAHRZEUGTECHNIK AG [AT]; KOHLHAUSER MATTHIAS [AT]; POEHLER) 7 July 2011 (2011-07-07) page 11, line 24 - page 12, line 20; figures 1,2,5 -----</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2008/111334 A1 (INOUE HIROFUMI [JP] ET AL) 15 May 2008 (2008-05-15) paragraph [0102]; figure 2 ----- -/-</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	DE 101 20 102 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31 October 2002 (2002-10-31) paragraph [0036] - paragraph [0037]; figures 3,4 -----	1-8	A	WO 2011/080163 A1 (MAGNA STEYR FAHRZEUGTECHNIK AG [AT]; KOHLHAUSER MATTHIAS [AT]; POEHLER) 7 July 2011 (2011-07-07) page 11, line 24 - page 12, line 20; figures 1,2,5 -----	1-8	A	US 2008/111334 A1 (INOUE HIROFUMI [JP] ET AL) 15 May 2008 (2008-05-15) paragraph [0102]; figure 2 ----- -/-	1-8
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
A	DE 101 20 102 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31 October 2002 (2002-10-31) paragraph [0036] - paragraph [0037]; figures 3,4 -----	1-8												
A	WO 2011/080163 A1 (MAGNA STEYR FAHRZEUGTECHNIK AG [AT]; KOHLHAUSER MATTHIAS [AT]; POEHLER) 7 July 2011 (2011-07-07) page 11, line 24 - page 12, line 20; figures 1,2,5 -----	1-8												
A	US 2008/111334 A1 (INOUE HIROFUMI [JP] ET AL) 15 May 2008 (2008-05-15) paragraph [0102]; figure 2 ----- -/-	1-8												
☒ 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		Date of mailing of the international search report												
12 January 2018		22/01/2018												
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 Hartwell, Ian												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2017/100903

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006 064101 A (KAYABA INDUSTRY CO LTD) 9 March 2006 (2006-03-09) figure 11 -----	1,8
A	JP 2005 106106 A (TOYOTA MOTOR CORP) 21 April 2005 (2005-04-21) figures 13-25 -----	1,8
A	US 5 678 847 A (IZAWA MASAKI [JP] ET AL) 21 October 1997 (1997-10-21) column 3, line 15 - line 40; figures 1,2 -----	1,8
A	DE 199 55 410 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 31 May 2001 (2001-05-31) figures 2,3 -----	1,8
A	EP 2 098 386 A1 (AUDI AG [DE]) 9 September 2009 (2009-09-09) figure 1 -----	1,8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2017/100903

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
DE 10120102	A1	31-10-2002	DE	10120102 A1		31-10-2002
			WO	02087909 A1		07-11-2002

WO 2011080163	A1	07-07-2011	CN	102781691 A		14-11-2012
			DE	112010005077 A5		17-01-2013
			US	2013020748 A1		24-01-2013
			WO	2011080163 A1		07-07-2011

US 2008111334	A1	15-05-2008	CN	101061001 A		24-10-2007
			EP	1820673 A1		22-08-2007
			JP	4455974 B2		21-04-2010
			JP	2006117158 A		11-05-2006
			US	2008111334 A1		15-05-2008
			WO	2006043714 A1		27-04-2006

JP 2006064101	A	09-03-2006	JP	4393313 B2		06-01-2010
			JP	2006064101 A		09-03-2006

JP 2005106106	A	21-04-2005	JP	4563013 B2		13-10-2010
			JP	2005106106 A		21-04-2005

US 5678847	A	21-10-1997	JP	H08197931 A		06-08-1996
			US	5678847 A		21-10-1997

DE 19955410	A1	31-05-2001	NONE			

EP 2098386	A1	09-09-2009	DE	102008012686 A1		10-09-2009
			EP	2098386 A1		09-09-2009
			ES	2388767 T3		18-10-2012
			US	2009223322 A1		10-09-2009

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	B60G13/14	B60G17/015 F16F15/03 F16F9/56 F16F1/12
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B60G F16F		
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.
A	DE 101 20 102 A1 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 31. Oktober 2002 (2002-10-31) Absatz [0036] - Absatz [0037]; Abbildungen 3,4	1-8
A	----- WO 2011/080163 A1 (MAGNA STEYR FAHRZEUGTECHNIK AG [AT]; KOHLHAUSER MATTHIAS [AT]; POEHLER) 7. Juli 2011 (2011-07-07) Seite 11, Zeile 24 - Seite 12, Zeile 20; Abbildungen 1,2,5	1-8
A	----- US 2008/111334 A1 (INOUE HIROFUMI [JP] ET AL) 15. Mai 2008 (2008-05-15) Absatz [0102]; Abbildung 2 ----- -/-	1-8
☒ 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		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
12. Januar 2018		22/01/2018
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 Hartwell, Ian

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 2006 064101 A (KAYABA INDUSTRY CO LTD) 9. März 2006 (2006-03-09) Abbildung 11 -----	1,8
A	JP 2005 106106 A (TOYOTA MOTOR CORP) 21. April 2005 (2005-04-21) Abbildungen 13-25 -----	1,8
A	US 5 678 847 A (IZAWA MASAKI [JP] ET AL) 21. Oktober 1997 (1997-10-21) Spalte 3, Zeile 15 - Zeile 40; Abbildungen 1,2 -----	1,8
A	DE 199 55 410 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 31. Mai 2001 (2001-05-31) Abbildungen 2,3 -----	1,8
A	EP 2 098 386 A1 (AUDI AG [DE]) 9. September 2009 (2009-09-09) Abbildung 1 -----	1,8

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2017/100903

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10120102 A1	31-10-2002	DE 10120102 A1	31-10-2002
		WO 02087909 A1	07-11-2002
WO 2011080163 A1	07-07-2011	CN 102781691 A	14-11-2012
		DE 112010005077 A5	17-01-2013
		US 2013020748 A1	24-01-2013
		WO 2011080163 A1	07-07-2011
US 2008111334 A1	15-05-2008	CN 101061001 A	24-10-2007
		EP 1820673 A1	22-08-2007
		JP 4455974 B2	21-04-2010
		JP 2006117158 A	11-05-2006
		US 2008111334 A1	15-05-2008
		WO 2006043714 A1	27-04-2006
JP 2006064101 A	09-03-2006	JP 4393313 B2	06-01-2010
		JP 2006064101 A	09-03-2006
JP 2005106106 A	21-04-2005	JP 4563013 B2	13-10-2010
		JP 2005106106 A	21-04-2005
US 5678847 A	21-10-1997	JP H08197931 A	06-08-1996
		US 5678847 A	21-10-1997
DE 19955410 A1	31-05-2001	KEINE	
EP 2098386 A1	09-09-2009	DE 102008012686 A1	10-09-2009
		EP 2098386 A1	09-09-2009
		ES 2388767 T3	18-10-2012
		US 2009223322 A1	10-09-2009