(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
13. Januar 2022 (13.01.2022)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2022/008243 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16F 15/04 (2006.01) *F16F 15/28* (2006.01)
B62D 5/04 (2006.01) *F16H 25/20* (2006.01)
B62D 7/14 (2006.01) *F16F 15/10* (2006.01)
F16F 7/104 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2021/067100

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Juni 2021 (23.06.2021)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2020 208 514.5
07. Juli 2020 (07.07.2020) DE

(71) Anmelder: **ZF FRIEDRICHSHAFEN AG** [DE/DE]; Löwentaler Straße 20, 88046 Friedrichshafen (DE).

(72) Erfinder: **SCHWENKE, Henning**; Dahlstraße 8, 49492 Westerkappeln (DE). **WIEBE, Vitali**; Distelweg 14, 48346 Ostbevern (DE). **SEEVERS, Gerrit**; Dückerings Bracke 2, 49453 Wetschen (DE). **REICHEL, Thomas**; Wehrendorfer Bergstr. 6, 49152 Bad 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:** ACTUATOR OF A STEER-BY-WIRE STEERING DEVICE OF A MOTOR VEHICLE AND METHOD FOR ASSEMBLING AN ACTUATOR OF A STEER-BY-WIRE STEERING DEVICE

(54) **Bezeichnung:** AKTUATOR EINER STEER-BY-WIRE-LENKVORRICHTUNG EINES KRAFTFAHRZEUGES SOWIE VERFAHREN ZUR MONTAGE EINES AKTUATORS EINER STEER-BY-WIRE-LENKVORRICHTUNG

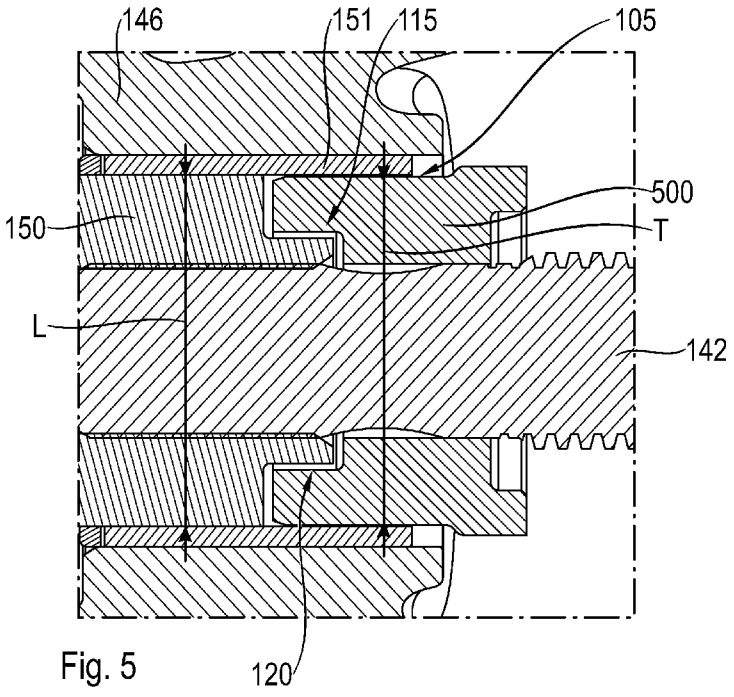


Fig. 5

(57) **Abstract:** The invention relates to an actuator (10) of a steer-by-wire steering device of a motor vehicle, comprising a housing (46, 146), a spindle (42, 142) and a rotationally stationarily mounted spindle nut (43, 143), which forms a spindle drive (41, 141) within the housing (46, 146) for axially moving the spindle (42, 142) relative to the spindle nut (43). An inertial mass (100, 300, 400, 400a, 500, 600) is at least indirectly coupled to the spindle (142), taking into account the vibration behaviour of at least one component of the actuator (10), in particular the spindle (142).

WO 2022/008243 A1

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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: Ein Aktuator (10) einer Steer-by-wire-Lenkvorrichtung eines Kraftfahrzeugs weist ein Gehäuse (46, 146), eine Spindel (42, 142) und eine drehbar ortsfest gelagerte Spindelmutter (43, 143) auf, welche innerhalb des Gehäuses (46, 146) einen Spindelantrieb (41, 141) zum axialen Verlagern der Spindel (42, 142) gegenüber der Spindelmutter (43) ausbilden. Es ist eine Trägheitsmasse (100, 300, 400, 400a, 500, 600) mit der Spindel (142) zumindest mittelbar gekoppelt, unter Berücksichtigung des Schwingverhaltens zumindest eines Bauteils des Aktuators (10), insbesondere der Spindel (142).

Aktuator einer steer-by-wire-Lenkvorrichtung eines Kraftfahrzeuges sowie Verfahren zur Montage eines Aktuators einer steer-by-wire-Lenkvorrichtung

Die Erfindung betrifft einen Aktuator einer steer-by-wire-Lenkvorrichtung eines Kraftfahrzeuges sowie ein Verfahren zur Montage eines Aktuators nach den Oberbegriffen der unabhängigen Ansprüche.

Aus der DE 10 2014 206 934 A1 ist ein Stellmotor bzw. Aktuator mit einer ortsfest gelagerten Spindelmutter und eine axial gegenüber dieser verlagerbaren Spindel bekannt. Zumindest ein Ende eines solchen Aktuators, welcher in einer steer-by-wire-Lenkvorrichtung Anwendung findet, ist mittels eines Lenkgestänges mit einem Radträger verbunden. Durch die lineare Verschiebung der Spindel kann so eine Änderung des Radlenkwinkels eines drehbar an dem Radträger gelagerten Rades erfolgen. Die unabhängig von einer Lenkhandhabe, wie z. B. einem Lenkrad arbeitende steer-by-wire-Lenkvorrichtung wird auf dem Signalwege, also ohne mechanische Kopplung angesteuert. Das Bewegungsgewinde ist z. B. aus einem Trapezgewinde gebildet, welches selbsthemmend ist.

Bei einem Fahrwerk eines Kraftfahrzeugs treten hohe Seitenkräfte auf, die durch den vorgenannten Aktuator abgestützt werden müssen, damit die Lenkvorrichtung radführend ist. Die hohen Kräfte bewirken in dem Bewegungsgewinde des Spindeltriebs des Aktuators eine hohe Reibung. Zwischen den Gewindeflanken von Spindel und Spindelmutter tritt auch bei Verwendung von optimierten Schmiermitteln eine hohe Reibung auf. Aufgrund der zwischen den Gewindepartnern auftretenden Haftreibung und Gleitreibung an den Kontaktflächen der aneinander liegenden Gewindeflanken kann es zu einem sogenannten Stick-Slip-Effekt kommen. Es handelt sich hierbei um das abwechselnde Haften und Gleiten der Gewindeflanken, welche zum einen zu schwankenden Drehmomenten zwischen der Spindelmutter und der Spindel führen kann. Hierbei kann beispielsweise die Spindel zu Drehschwingungen angeregt werden. Eine fortwährende oder temporäre Anregung über einen Mindestzeitraum kann bewirken, dass eine Resonanzfrequenz der Spindel oder anderer Bauteile in dem Aktuator erreicht wird. Die Anregung kann somit unter ungünstigen Umständen Luftschall derart emittieren, dass dieser von Fahrzeuginsassen akustisch wahrgenommen werden kann.

Bei dem vorgenannten Spindeltrieb wird durch den Stick-Slip-Effekt eine Drehschwingung, auch Torsionsschwingung genannt, verursacht. Im Gegensatz zur translatorischen Schwingung erfolgt bei der Drehschwingung eine Schwingung um den rotatorischen Freiheitsgrad eines Systems. In beiden Fällen handelt es sich um eine mechanische Schwingung.

Es ist eine Aufgabe der Erfindung, einen Aktuator einer steer-by-wire-Lenkvorrichtung eines Kraftfahrzeugs dahingehend weiterzubilden, dass der Aktuator akustisch unauffällig ist, so dass nach Möglichkeit kein Luftschall emittiert wird.

Die Lösung des Problems gelingt durch einen Aktuator einer steer-by-wire-Lenkvorrichtung eines Kraftfahrzeuges nach Anspruch 1. Bevorzugte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Ein Aktuator einer steer-by-wire-Lenkvorrichtung eines Kraftfahrzeuges weist ein Gehäuse auf, in welchem eine Spindel und eine drehbar sowie ortsfest angeordnete Spindelmutter gelagert ist. Die Spindel und die Spindelmutter bilden innerhalb des Gehäuses einen Spindelantrieb zum axialen Verlagern der Spindel gegenüber der Spindelmutter aus. Die Spindel weist hierzu ein Außengewinde auf, welches mit dem Innengewinde der Spindelmutter in Eingriff ist. Wird die Spindelmutter drehangetrieben, z. B. durch einen Elektromotor, bevorzugt mittelbar durch ein Getriebe, vorzugsweise Riemengetriebe, so bedingt das Bewegungsgewinde, dass die Spindel axial entlang ihrer Längsachse gegenüber der Spindelmutter bzw. dem Gehäuse verlagert wird. Durch die axiale Verlagerung entlang ihrer Längsachse kann der Radlenkwinkel eines drehbar an einem Radträger angeordneten Rades, welcher zumindest mit einem Ende der Spindel verbunden ist, geändert werden.

Um die zuvor bereits erläuterte Anregung zum hörbaren Schwingen einzelner Bauteile des Aktuators zu reduzieren oder im günstigsten Fall zu verhindern, wird eine Trägheitsmasse mit der Spindel zumindest mittelbar gekoppelt. Dabei ist die Trägheitsmasse unter Berücksichtigung des Schwingverhaltens zumindest eines Bauteils des Aktuators, vorzugsweise der Spindel, ausgebildet. Wie zuvor beschrieben, bewirken die

hohen Seitenkräfte der Räder eine hohe Flächenpressung zwischen den Gewindeflanken in dem Bewegungsgewinde. Dadurch ergeben sich schwankende Drehmomente, wobei sich der sogenannte Stick-Slip-Effekt verstärkt, wenn der Drehantrieb die Spindelmutter temporär bzw. in Intervallen antreibt. Dabei ist zu bedenken, dass im Normalbetrieb einer Lenkvorrichtung größtenteils geringe Radlenkwinkeländerungen vorgenommen werden. Diese geringen Änderungen können durch geringe Drehbewegungen der Spindelmutter erreicht werden. Somit kann es im Normalbetrieb des Aktuators durch einen ständigen Wechsel von drehender und stehender Spindelmutter zu Anregungen von Schwingungen, insbesondere in dem Bauteil Spindel kommen. Besonders beim Parkieren drehen sich die Räder nur mit geringer Geschwindigkeit, so dass besonders hohe Kräfte auf die Spindel wirken. Aber auch weitere Bauteile können hierdurch zum Schwingen angeregt werden, insbesondere wenn diese einen ähnliche Resonanzfrequenz wie die Spindel besitzen.

Der Begriff Stick-Slip-Effekt (Haftgleiteffekt) leitet sich aus den beiden englischen Wörtern "stick" (haften) und "slip" (gleiten) ab. In der Physik und Technik beschreibt der Stick-Slip-Effekt ein in aller Regel unerwünschtes, ruckartiges Gleiten (Stillstand-Gleiten-Stillstand-Gleiten) von Festkörpern, die sich gegeneinander bewegen. Bei der Spindel wird eine Drehschwingung durch die Spindelmutter verursacht, wobei sich die Spindel hier selbst nicht dreht.

Zur Änderung des Schwingverhaltens der Spindel könnte man diese mit einer größeren Masse, z. B. mit einem größeren Durchmesser fertigen. Dieses würde zwar deren Resonanzfrequenz ändern, jedoch zu einem höheren Materialeinsatz mit erhöhtem Gewicht und zusätzlich erforderlicher mechanischer Bearbeitung z.B. in Form von Zerspanung bei der Herstellung führen, welcher die Spindel teurer werden ließe. Bei einer Durchmesserzunahme der Spindel müssten zusätzlich auch Lagerungen der Spindel gegenüber dem Gehäuse sowie die Spindelmutter in ihren Dimensionen angepasst werden. Des Weiteren könnten sich Probleme bei der Montage der Spindel ergeben.

In vorteilhafter Weise kann durch die Erfindung ohne wesentliche Änderung eines bestehenden Aktuators einer steer-by-wire-Lenkvorrichtung mittels einer Trägheitsmasse eine Veränderung des Schwingverhaltens bewirkt werden. Aufgrund ihres

Massenträgheitsmoments wirkt die Trägheitsmasse dämpfend auf die Spindel, wenn die Trägheitsmasse mit der Spindel gekoppelt ist. Mit anderen Worten gesagt wirkt die Trägheitsmasse aufgrund ihres Massenträgheitsmoments derart auf die Spindel, dass die Anregung durch den Stick-Slip-Effekt nicht ausreicht, um Luftschall zu emittieren.

Die Trägheitsmasse ist bevorzugt ein separates Bauteil. Sie wird abhängig von ihrem Massenträgheitsmoment in Abhängigkeit des Schwingverhaltens des ggfs. Luftschall emittierenden Bauteils, vorzugsweise der Spindel, ausgebildet. Beispielsweise ist das Schwingverhalten und somit die Resonanzfrequenz der Spindel bekannt, so dass die Trägheitsmasse in Abhängigkeit der bekannten Parameter ausgebildet werden kann.

Bevorzugt ist die Trägheitsmasse ein oder mehrteilig ausgebildet. Für eine vereinfachte Montage kann beispielsweise zunächst ein Trägerbauteil mit der Spindel gekoppelt bzw. verbunden werden. Das Trägerbauteil ist von seinen Dimensionen so ausgebildet, dass es die Montage der Spindel mit Lagern oder mit dem Gehäuse des Aktuators nicht behindert. Es kann anschließend das Trägerbauteil mit einem Massebauteil montiert werden, so dass sich die vorberechnete Trägheitsmasse ergibt. Für verschiedene Aktuatoren kann dabei das Trägerbauteil ein Gleichteil sein, so dass je nach bevorzugter Dämpfung jeweils lediglich ein unterschiedliches Massebauteil verwendet werden muss.

Die Trägheitsmasse ist bevorzugt kraft- und/oder stoff- und/oder formschlüssig mit der Spindel gekoppelt. Die Trägheitsmasse oder das Trägerbauteil kann beispielsweise auf der Spindel aufgepresst (Übermaßpassung) oder mittels einer Klemmung z.B. über eine Klemmschraube kraftschlüssig festgelegt sein. Alternativ oder zusätzlich kann eine Befestigung mittels Kleben oder Schweißen oder durch formschlüssig korrespondierende Geometrien erfolgen.

Die Spindel ist in dem Gehäuse des Aktuators entlang ihrer Längsachse verlagerbar, so dass es einer Lagerung bzw. Führung in dem Gehäuse bedarf. Die mittelbare Lagerung der Spindel gegenüber dem Gehäuse erfolgt beispielsweise über eine Lagerbuchse, welche mit dem Gehäuse des Aktuators fest verbunden, bevorzugt eingepresst ist.

Die mit der Spindel verbundene Trägheitsmasse weist in einer vorteilhaften Ausführung eine zur Längsachse der Spindel konzentrische Außenwandung auf. Diese Außenwandung ist bevorzugt zylindrisch ausgebildet, um eine Lagerfläche auszubilden, welche mit der Innenseite der Lagerbuchse zusammenwirkt. Wird die Trägheitsmasse durch Kaltumformen hergestellt, so kann auf einfache Weise eine zylindrisch glatte Außenwandung hergestellt werden, so dass sich für die Trägheitsmasse ein insgesamt kostengünstig herstellbares Bauteil ergibt.

Aus dem Stand der Technik ist es bei einem Aktuator für eine steer-by-wire-Lenkvorrichtung bekannt, dass an dem oder den Enden der Spindel eine Lagerhülse, auch Aufschraubzapfen genannt, gekoppelt ist. Um einen kompakten Verbund aus Lagerhülse, Spindel und Trägheitsmasse zu erreichen kann in einer vorteilhaften Ausführung die Trägheitsmasse von der Lagerhülse oder die Lagerhülse von der Trägheitsmasse zumindest teilweise umgriffen sein. Die Bauteile weisen hierzu Ausnehmungen und Absätze auf, so dass diese ineinander geschachtelt mit der Spindel montiert werden können. Bevorzugt ist die Trägheitsmasse als rotationssymmetrisches Bauteil ausgebildet und somit einfach herzustellen, z.B. durch ein Zerspanen oder mittels Kaltumformung. In der Figurenbeschreibung ist diese Bauweise in verschiedenen Ausführungen gezeigt.

Für verschiedenen Aktuatoren unterschiedlicher Länge kann eine immer gleich lange Spindel verwendet werden (kostengünstiges Gleichteil). Die bedarfsweise Anpassung der Länge der Spindel an die Länge des Aktuators kann durch Lagerhülsen erfolgen. Die Anpassung des Schwingungsverhaltens kann durch verschieden dimensionierte Trägheitsmassen auf den jeweiligen Spindeltrieb bzw. Aktuator angepasst werden. Weist die Trägheitsmasse einen Außendurchmesser auf, welcher gleich dem Außendurchmesser der Lagerhülse ist, so kann die Außenwandung der Lagerhülse in Verbindung mit der Außenwandung der Trägheitsmasse als Gleitlagerfläche gegenüber der Lagerbuchse genutzt werden. Auch kann lediglich die Außenwandung der Trägheitsmasse als Gleitlagerfläche dienen. Ist der Außendurchmesser der Trägheitsmasse kleiner oder gleich zum Außendurchmesser der Lagerhülse, so kann es bei axialer Verlagerung der Spindel nicht zu einer Kollision mit der Lagerbuchse bzw. der Lagerstelle im Gehäuse kommen.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird die Trägheitsmasse zumindest teilweise durch einen Zapfen gebildet, welcher in einer erster Funktionalität als Verdrehsicherung der Spindel gegenüber dem Gehäuse des Aktuators wird. Eine Verdrehsicherung wird bei dem vorgenannten Aktuator benötigt, damit sich bei Drehung der Spindelmutter die mit ihr in Eingriff befindliche Spindel nicht um ihre Längsachse mit dreht. Um Bauraum zu sparen wird der Zapfen in vorteilhafter Weise mit seiner Masse bei der Berechnung der Trägheitsmasse berücksichtigt. Mit anderen Worten kann der Zapfen Teil der Trägheitsmasse sein oder allein die benötigte Trägheitsmasse bilden. Es ergibt sich damit eine kompakte Variante mit den Funktionen Verdrehsicherung und Trägheitsmasse. Der Zapfen kann mittelbar oder unmittelbar mit der Spindel verbunden sein. Bei einer unmittelbaren Verbindung ist der Zapfen direkt mit der Spindel gekoppelt, vorzugsweise mittels einer Schraubverbindung mit der Spindel verschraubt, bevorzugt etwa oder genau quer zur Längsachse der Spindel. Alternativ kann der Zapfen mit der Lagerhülse oder der Trägheitsmasse allein oder aber mit der Lagerbuchse bzw. der Trägheitsmasse und zusätzlich mit der Spindel gekoppelt sein. Auch für die letztgenannten Varianten wird bevorzugt eine Schraubverbindung quer zur Längsachse der Spindel verwendet. Der Zapfen kann mit der Lagerhülse oder der Trägheitsmasse verschraubt sein und zusätzlich der kraft- und/oder formschlüssigen Sicherung auf der Spindel dienen.

In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform dient die Trägheitsmasse als Verbindungsbauteil zwischen Spindel und Lagerhülse. Hierbei ist die Spindel nur mittelbar, also indirekt mit der Lagerhülse verbunden. Die Spindel kann mit der Trägheitsmasse verschraubt sein oder die Trägheitsmasse kann auch an der Spindel angespritzt oder um die Spindel umspritzt sein oder auch verschweißt sein. Die Trägheitsmasse kann form-, kraft- oder stoffschlüssig mit der Lagerhülse verbunden sein. Bevorzugt weist die Lagerhülse eine Ausnehmung auf, zum Beispiel ein Sackloch. Vorzugsweise weist die Trägheitsmasse einen Durchmesser auf, der kleiner ist als der Innendurchmesser des Sackloches. Der umliegende Spalt wird bevorzugt mit einem Elastomer gefüllt. Es ergibt sich somit eine Entkopplung mittels der elastischen Verbindung zwischen Trägheitsmasse und Lagerhülse.

Nach einem weiteren Aspekt der Erfindung ist ein Verfahren zur Montage eines Aktuators einer steer-by-wire-Lenkvorrichtung wie vorgenannt vorgesehen. Bei der Montage

wird die Trägheitsmasse in mehreren Schritten mit der Spindel gekoppelt. Dabei wird beispielsweise in einem ersten Schritt die Trägheitsmasse mit der Spindel gekoppelt, bevorzugt durch eine Pressverbindung. Diese kann beispielsweise durch eine Übermaßpassung oder durch Aufschrumpfen bewerkstelligt werden. Bei zumindest zweiteiliger Ausbildung der Trägheitsmasse, bestehend aus einem Trägerbauteil und zumindest einem Massebauteil, wird zunächst das Trägerbauteil mit der Spindel gekoppelt, wobei in einem zumindest mittelbar nachfolgenden Schritt das Massebauteil mit dem Trägerbauteil montiert wird. Nach der Montage der Spindel mit dem Trägerbauteil kann beispielsweise die Spindelmutter mit der Spindel montiert werden. Einer anschließenden Montage mit dem Gehäuse steht somit nichts im Wege. Weist nämlich das Massebauteil bzw. die Trägheitsmasse insgesamt einen Durchmesser auf, welche die Montage eigentlich aufgrund eines zu großen Durchmessers unmöglich machen würde, so muss nicht das Gehäuse oder andere Bauteile des Aktuators angepasst werden. Es kann das Massebauteil bequem erst dann montiert werden, wenn vorherige Bauteile bereits montiert wurden.

Bei einer steer-by-wire-Lenkvorrichtung handelt es sich um eine von der mechanischen Lenkung mit einer Lenkhandhabe bspw. eines Lenkrads, entkoppelte Lenkvorrichtung. Die Lenkbewegung des Fahrers mittels Lenkhandhabe wird nicht auf rein mechanischem Wege, beispielsweise über ein Gestänge, auf die Radträger bzw. Räder übertragen. Vielmehr wird ein Lenkwinkel für die jeweiligen Räder einer Achse, z. B. in einem Steuergerät, berechnet, welches Stellsignale an den oder die Aktuatoren der steer-by-wire-Lenkvorrichtung sendet und letztlich die Radlenkwinkeländerung bewirkt.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die Zeichnung beschrieben. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1	einen Aktuator nach dem bekannten Stand der Technik und
Fig. 2	eine Detailansicht des Spindelantriebs eines Aktuators mit Trägheitsmasse
Fig. 3 bis 6	weitere Ausführungen von Spindelantrieben eines Aktuators mit Trägheitsmasse, jeweils in Detailansicht

Fig. 1 zeigt einen Aktuator 10 für eine steer-by-wire-Lenkvorrichtung gemäß dem bekannten Stand der Technik. Der Aktuator 10 wird auch Stellmotor genannt, und umfasst einen Spindelantrieb 41, welcher eine Spindel 42 mit einem Spindelgewinde 42a sowie eine Spindelmutter 43 mit einem Muttergewinde 43a aufweist. Die Spindelmutter 43 ist über Wälzlager 44, 45 in einem Gehäuse 46 drehbar gelagert und axial fixiert - mit anderen Worten ortsfest gelagert. Das Gehäuse 46 ist in drei Gehäuseteile unterteilt, nämlich ein rechtes Gehäuseteil 46a, ein linkes Gehäuseteil 46b sowie ein mittleres Gehäuseteil 46c. Auf der Spindelmutter 43 ist drehfest ein Riemenrad 47 angeordnet, welche über einen Riementrieb 48 von einem Elektromotor 49 mittels eines Riemens 55 antreibbar ist. Die Spindel 42 ist an einem Ende mit einer Lagerhülse 50 in Form eines Schub- oder Aufschraubzapfens, welcher in einer Lagerbuchse in Form eines Gleit- oder Schublagers 51 gehäuseseitig geführt ist, verbunden. Die Lagerhülse 50, der teilweise aus dem Gehäuseteil 46b herausragt, ist mit einer Gelenkhülse 52 verbunden, an welche ein nicht dargestelltes Lenkgestänge mit einem Radträger gelenkig gekoppelt ist. Der rechte Gehäuseteil 46a ist über ein Gelenk 53 fahrzeugseitig bzw. am Aufbau der Karosserie abgestützt.

Die vorgenannte Anordnung ist als steer-by-wire-Lenkvorrichtung an einer Fahrzeugachse, bevorzugt als eine Hinterachslenkung eines Kraftfahrzeuges einsetzbar. Der dargestellte Aktuator 10 ist als Einzelsteller ausgebildet, d. h. er ist z.B. radnah angeordnet und einseitig an der Karosserie abgestützt, um einen Radlenkwinkel eines Rades zu ändern. Mit dem anderen Ende ist der Aktuator über die Gelenkhülse 52 mittels eines Lenkgestänges oder unmittelbar mit einem Radträger verbunden, an dem ein Rad drehbar gelagert ist. Der Aktuator 10 wirkt beispielsweise auf ein Hinterrad und ändert dessen Radlenkwinkel, wenn die Spindel 42 linear verlagert wird. Entsprechend ist für das zweite Hinterrad ein weiterer Einzelsteller vorgesehen. Die Änderung des Radlenkwinkels erfolgt über die Spindel 42, welche bei einem Antrieb durch die Spindelmutter 43 axial verschiebbar ist und die Linearbewegung über die Lagerhülse 50 auf die Gelenkhülse 52 überträgt. Bei einem doppelt oder zentral, d.h. auf beide Räder einer Achse lenkend wirkendem Aktuator ist der geschilderte Spindelantrieb ebenfalls anwendbar.

In der weiteren Figurenbeschreibung weisen gleiche Bauteile mit denselben Funktionen die gleichen Bezugszeichen auf.

Figur 2 zeigt eine perspektivische Ansicht eines Spindelantriebs eines erfindungsgemäßen Aktuators, der hier in Teilen dargestellt ist. Die Spindel 142 bildet mit der Spindelmutter 143 ein Bewegungsgewinde aus. Die Spindelmutter 143 ist von dem Riemenrad 147 umgriffen, so dass bei Betätigung des Riemens 155 eine Drehbewegung der Spindel 143 erfolgt. Die Spindel 142 kann sich dadurch, wie durch den Doppelpfeil gezeigt, in die eine oder andere Richtung axial verlagern. An ihrem linken Ende ist die Spindel 142 mit ihrem Ende mit einer Lagerhülse 150 verschraubt. Die Lagerhülse 150 reicht bis zur Trägheitsmasse 100 und ist aus diesem Grunde in Teilen gestrichelt in Durchsicht dargestellt. Die Trägheitsmasse 100 ist zweiteilig ausgeführt und besteht aus einem Trägerbauteil 100t und einem Massebauteil 100m. Das Trägerbauteil 100t ist als ein Schraubring ausgeführt und kraftschlüssig auf dem Gewinde der Spindel 142 gehalten. Das Massebauteil 100m ist aus zwei Ringhälften ausgeführt, welches mittels Schrauben 104 auf dem Trägerbauteil 100t geklemmt sind. Es ist ersichtlich, dass der Außendurchmesser T des Massebauteils 100m größer ist als der Außendurchmesser L der Lagerhülse 150. Der Außendurchmesser des Trägerbauteils 100t jedoch gleicht dem Außendurchmesser L der Lagerhülse 150. Bei der Montage der Spindel mit der Lagerhülse 150 und dem Gehäuse (hier nicht dargestellt) kann so leicht eine Montage erfolgen, ohne dass der große Außendurchmesser T des Massebauteils 100m diese ggfs. behindern könnte. Die Trägheitsmasse kann je nach Anwendungsfall, d. h. je nach gewünschter Dämpfung bzw. Schwingungsreduzierung ausgelegt werden. In einfacher Weise kann ein Massebauteil 100m einen größeren Durchmesser oder einer größeren axialen Erstreckung verwendet werden. Dabei kann das Trägerbauteil 100t für verschiedene Konfigurationen ein Gleichteil darstellen. Es ergibt sich hierdurch eine kostengünstige Möglichkeit, das Schwingverhalten der Spindel bzw. des Aktuators dahingehend zu verbessern, dass akustische Auffälligkeiten durch den Spindelantrieb bzw. den gesamten Aktuator vermieden werden.

Figur 3 stellt eine teilgeschnittene Detailansicht eines Spindelantriebs gemäß Figur 2 dar. Es ist hier eine weitere Variante einer Trägheitsmasse 300 dargestellt, welche ebenfalls aus einem an der Spindel 142 anliegenden Trägerbauteil 300t und einem

Massebauteil 300m ausgebildet ist, welches das Trägerbauteil 300t umgreift. Die Spindel 142 ist durch Verschraubung mit der Lagerhülse 150 gekoppelt. Es ist ersichtlich, dass die Spindel 152 zunächst mit dem Trägerbauteil 300t montiert wird. In einem nächsten Schritt wird die Lagerhülse 150 auf das Ende der Spindel 142 geschraubt. Nun können weitere Montageschritte erfolgen, um den Spindelantrieb bzw. Aktuator zu montieren. In einem weiteren Montageschritt kann schließlich das Massebauteil 300m mit dem Trägerbauteil 300t gefügt werden. In der gemäß Figur 3 gezeigten Variante weisen das Trägerbauteil 300t und das Massebauteil 300m Absätze, Stufen oder Aussparungen bzw. Ausnehmungen 115 auf, wodurch eine formschlüssige, einfache Montage ermöglicht wird. Die Bauteile können beispielsweise durch Verkleben stoffschlüssig miteinander gefügt werden.

Figuren 4 und 4a zeigt einen weiteren Spindelantrieb mit einer Trägheitsmasse 400, welche hier mit der Spindel 142 durch eine Pressverbindung 110 gefügt ist. Die Trägheitsmasse 400, 400a ist in Figur 4 einteilig und in Figur 4a zweiteilig ausgeführt. In beiden Ausführungen weist die Trägheitsmasse 400, 400a eine zylindrische Außenwandung 105 auf. In der Variante (Trägheitsmasse 400a) gemäß Figur 4a ist in die Außenwandung 105 quer zur Längsachse einen Zapfen 160 eingeschraubt. Der Zapfen 160 ist zum einen Teil einer Verdrehsicherung, welche sich an der Innenwand des Gehäuses 146 abstützt und verhindert, dass die Spindel 142 sich beim Drehen der Spindelmutter (hier nicht gezeigt) mit dreht. Zum anderen ist der Zapfen Teil der Trägheitsmasse 105. Die Spindel 142 ist an ihrem Ende mit der Lagerhülse 150 verschraubt und mittels der Lagerbuchse 151 gegenüber dem Gehäuse 146 gelagert und geführt.

In beiden Ausführungen der Figuren 4, 4a weist der Außendurchmesser T an der Außenwandung 105 der Trägheitsmasse 400, 400a einen geringfügig kleineren Durchmesser gegenüber dem Außendurchmesser L der Lagerhülse 150 auf, sodass die Außenwandung 105 nicht als Lagerfläche für die Lagerbuchse 151 dienen kann. Des Weiteren weist die Trägheitsmasse 400, 400a an ihrem linken Ende eine Aussparung 115 auf. Mit dieser Aussparung 115 umgreift die Trägheitsmasse 100 den Absatz 152 an der rechten Seite der Lagerhülse 150. Es ist ersichtlich, dass sich durch diese geschachtelte Variante eine hinsichtlich der axialen und radialen Erstreckung kompakte Bauform aus Lagerhülse 150 und Trägheitsmasse 400 bzw. 400a ergibt. Im Gegensatz

zu Varianten gemäß Figur 2 oder 3 kann die gewünschte Masse der Trägheitsmasse 400 bzw. 400a auch durch eine entsprechende axiale Erstreckung variiert werden. Die Trägheitsmasse kann somit auch mit einem relativ geringen Durchmesser ausgeführt sein.

Figur 5 zeigt eine Variante gemäß Figur 4, die hinsichtlich eines kompakteren Bauraums weiter angepasst wurde. Die Schachtelung der einteiligen Trägheitsmasse 500 und der Lagerhülse 150 ist wie in der Variante gemäß Figur 4 ausgeführt. Die Außendurchmesser L, T sind jedoch gleich gewählt. Die Außenwandung 105 der Trägheitsmasse 500 ist glattzylindrisch ausgeführt, so dass diese gleichzeitig eine Gleitfläche zusätzlich der Gleitfläche an der Außenwandung der Lagerhülse 150 bildet. Die Lagerhülse kann somit verkürzt ausgeführt werden und die notwendige Gleitlagerfläche bleibt vorhanden bzw. die Gleitlagerfläche kann durch diese Anordnung vergrößert werden.

Figur 6 zeigt ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Spindel 142 mit einer Trägheitsmasse 600, welche ebenfalls dämpfend auf die Spindel wirkt. Die Spindel 142 weist eine Längsachse a auf und ist in einem Teilbereich von einer Trägheitsmasse 600 umgriffen und verdrehfest mit dieser verbunden. Die Spindel 142 ist mit der Lagerhülse 150 durch die Trägheitsmasse 600 unmittelbar gekoppelt. Die Trägheitsmasse 600 bildet ein Verbindungsglied zur Lagerhülse 150. Die Lagerhülse 150 nimmt das Ende der Spindel 142 auf und die Trägheitsmasse 600 ist in einem Sackloch bzw. einer Ausnehmung 155 aufgenommen. Die Trägheitsmasse 600 weist einen Außendurchmesser Ti auf, welcher geringer als der Innendurchmesser D der Lagehülse 150 ist. Zwischen der Außenwandung 105 der Trägheitsmasse 600 und der Innenwandung 153 der Lagerhülse 150 ist ein umlaufender hülsenförmiger Spalt 102 vorhanden. Über einen Teil der Länge der Trägheitsmasse 600 ist in dem Spalt 102 ein dämpfend wirkendes Elastomer 110 vorgesehen, welches die Trägheitsmasse 600 elastisch mit der Lagehülse 150 verbindet.

Bezugszeichen

10	Aktuator
41	Spindelantrieb, Bewegungsgewinde
42, 142	Spindel
42a	Innengewinde Spindelmutter
43, 143	Spindelmutter
43a	Außengewinde Spindel
44	Lager
45	Lager
46, 146	Gehäuse
47, 147	Riemenrad
48	Riementrieb
49	Elektromotor
50, 150	Lagerhülse
51, 151	Lagerbuchse
52	Gelenkhülse
53	Lagerauge
55, 155	Riemen
100	Trägheitsmasse
100t, 300t	Trägerbauteil
100m, 300m	Massebauteil
102	Spalt
104	Schraube
105	Außenwandung
110	Pressverbindung
115	Aussparung
120	Ring
152	Absatz
153	Innenwandung
160	Zapfen
300	Trägheitsmasse
400	Trägheitsmasse
400a	Trägheitsmasse

500	Trägheitsmasse
600	Trägheitsmasse

a	Längsachse
T	Außendurchmesser
L	Außendurchmesser
Ti	Außendurchmesser
D	Innendurchmesser

Patentansprüche

1. Aktuator (10) einer Steer-by-wire-Lenkvorrichtung eines Kraftfahrzeugs, aufweisend ein Gehäuse (46), einen Spindelantrieb mit einer Spindel (42, 142) und einer drehbar sowie ortsfest gelagerte Spindelmutter (43, 143), welche innerhalb des Gehäuses (46, 146) einen Spindelantrieb (41, 141) zum axialen Verlagern der Spindel (42, 142) gegenüber der Spindelmutter (43, 143), dadurch gekennzeichnet, dass mit der Spindel (142) eine Trägheitsmasse (100) zumindest mittelbar gekoppelt ist, wobei die Trägheitsmasse (100, 300, 400, 400a, 500, 600) unter Berücksichtigung des Schwingverhaltens zumindest eines Bauteils des Aktuators (10) ausgebildet ist.

2. Aktuator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägheitsmasse (100, 300, 400, 400a, 500, 600) mit ihrem Massenträgheitsmoment in Abhängigkeit vom Schwingverhalten der Spindel (142) ausgebildet ist.

3. Aktuator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägheitsmasse (100, 300, 400, 400a, 500, 600) ein- oder mehrteilig ausgebildet ist.

4. Aktuator nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass
die Trägheitsmasse (100, 300, 400, 400a, 500, 600) kraft- und/oder stoff- und/oder formschlüssig mit der Spindel (142) gekoppelt ist.

5. Aktuator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägheitsmasse (100, 300, 400, 400a, 500, 600) mit einer zur Längsachse (a) der Spindel (142) konzentrischen Außenwandung (105), bevorzugt zylindrischen Außenwandung ausgebildet ist, um eine Lagerfläche auszubilden, welche zumindest mittelbar mit dem Gehäuse (146), vorzugsweise mit einer Lagerbuchse (151) zusammenwirkt.

6. Aktuator nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass bei Kopplung der Spindel (142) mit einer Lagerhülse (150) die Trägheitsmasse (100, 300, 400, 400a, 500, 600) von der Lagerhülse (150) oder die Lagerhülse (150) von der Trägheitsmasse (100) zumindest teilweise umgriffen ist.

7. Aktuator nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Außendurchmesser (T) der Trägheitsmasse (100, 300, 400, 400a, 500, 600) kleiner oder gleich zum Außendurchmesser (L) der Lagerhülse (150) ausgebildet ist.

8. Aktuator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägheitsmasse (400a) zumindest teilweise durch einen Zapfen (160) gebildet wird, welcher zusätzlich als Verdrehsicherung der Spindel (142) gegenüber dem Gehäuse (146) des Aktuators (10) dient.

9. Aktuator nach einem der vorhergehenden Ansprüche von 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägheitsmasse (600) als Verbindungsbauteil zwischen Spindel (142) und Lagerhülse (150) ausgelegt ist.

10. Verfahren zur Montage eines Aktuators (10) einer steer-by-wire-Lenkvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Trägheitsmasse (100, 300, 400, 400a, 500, 600) in mehreren Schritten mit der Spindel (142) gekoppelt wird, wobei in einem ersten Schritt die Trägheitsmasse (100, 300, 400, 400a, 500, 600) mit der Spindel (142) gekoppelt wird, bevorzugt durch eine Schraub- oder eine Pressverbindung.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass bei zumindest 2-teiliger Ausbildung der Trägheitsmasse (100, 300), bestehend aus einem Trägerbauteil (100t, 300t) und zumindest einem Massebauteil (100m, 300m), zunächst das Trägerbauteil (100t, 300t) mit der Spindel (142) gekoppelt wird, wobei in einem zumindest mittelbar nachfolgenden Schritt das Massebauteil (100m, 300m) mit dem Trägerbauteil (100t, 300t) montiert wird.

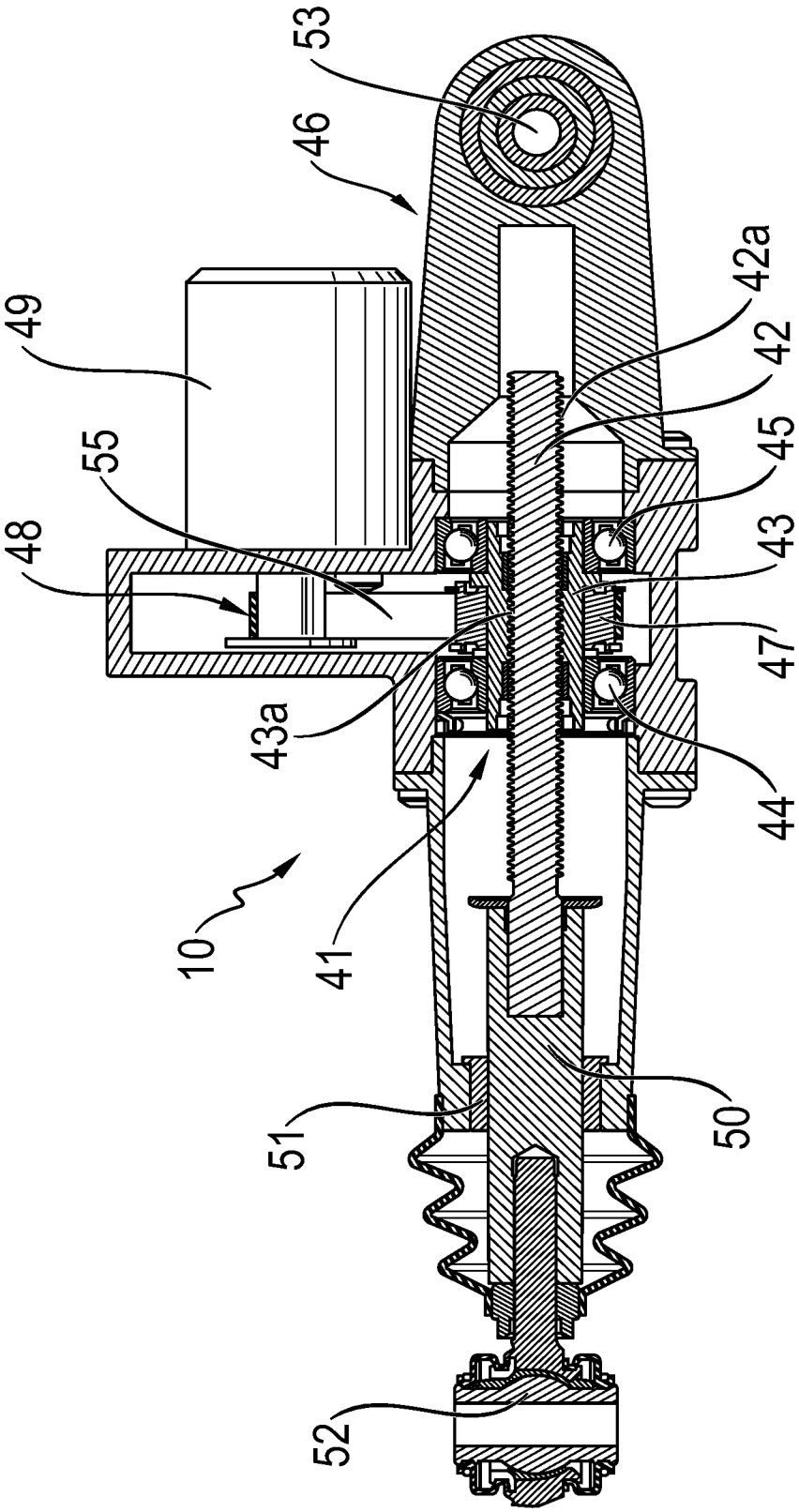


Fig. 1

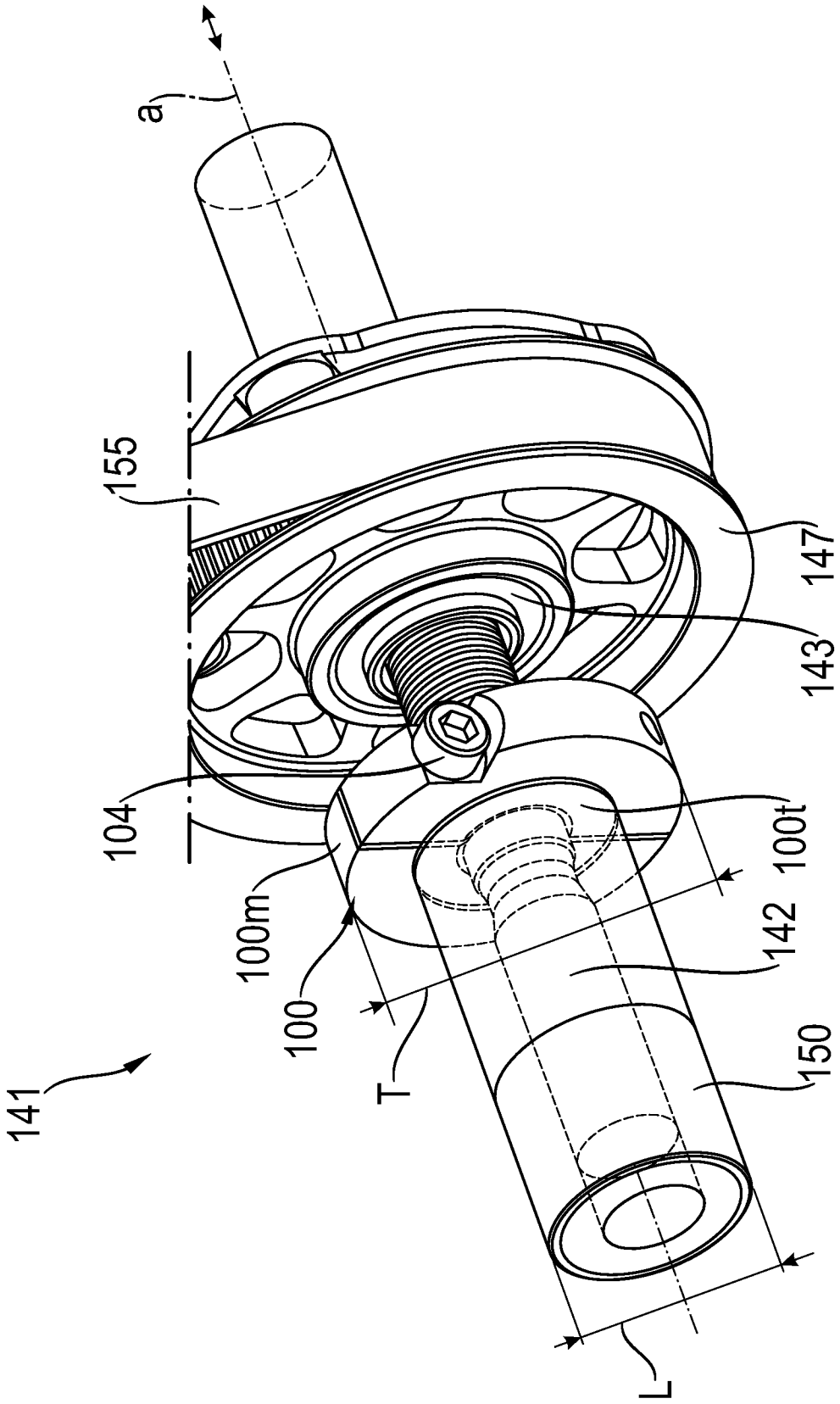


Fig. 2

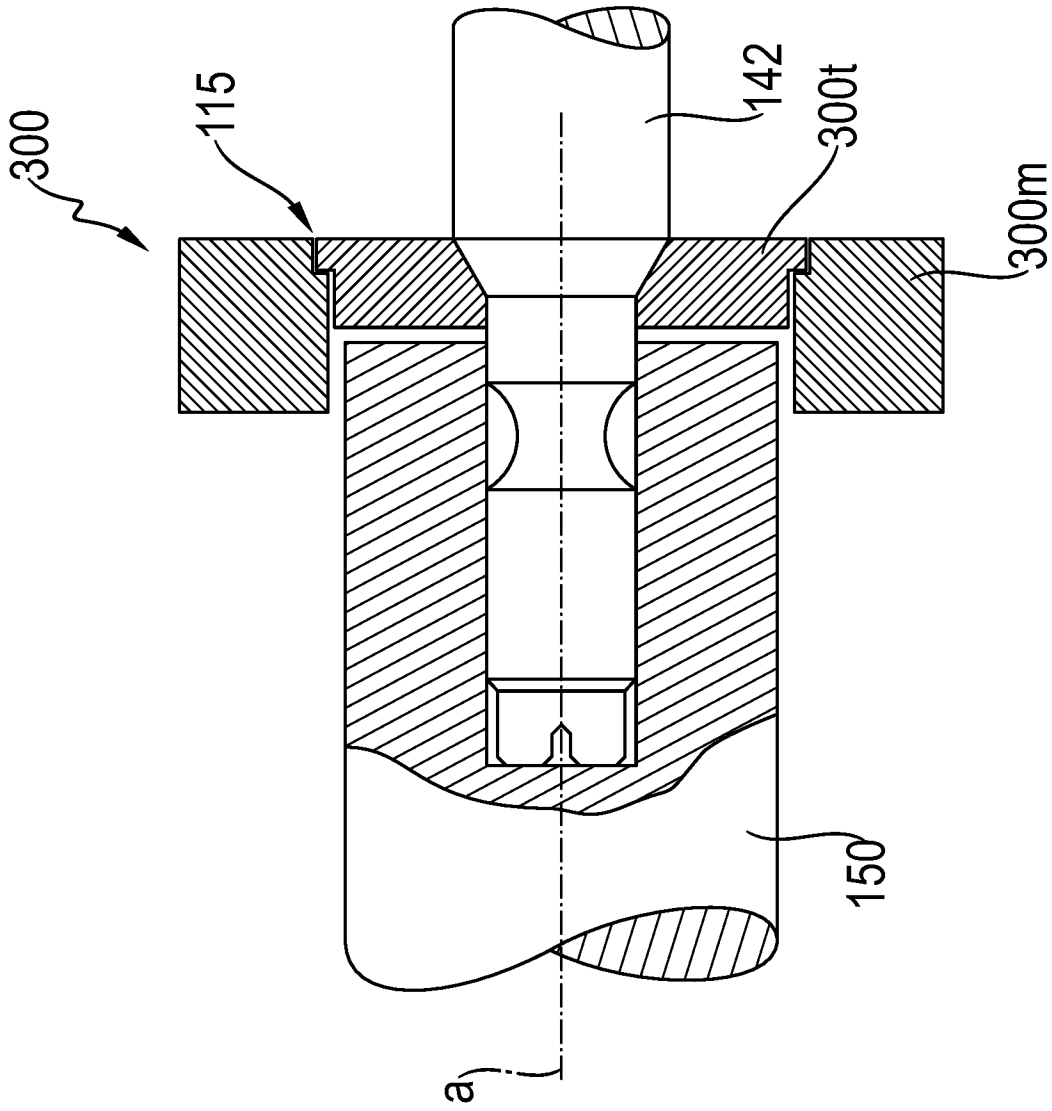


Fig. 3

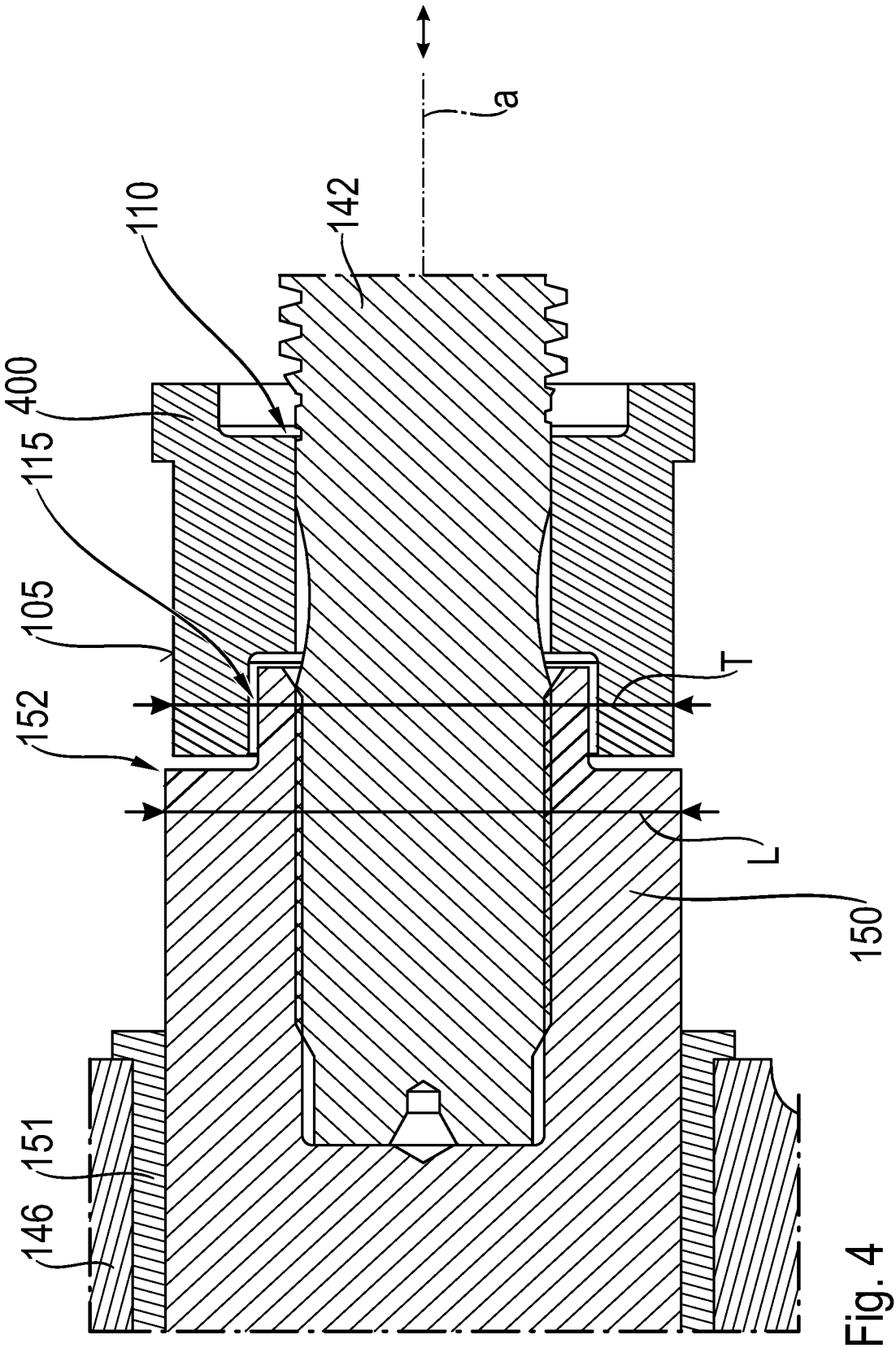


Fig. 4

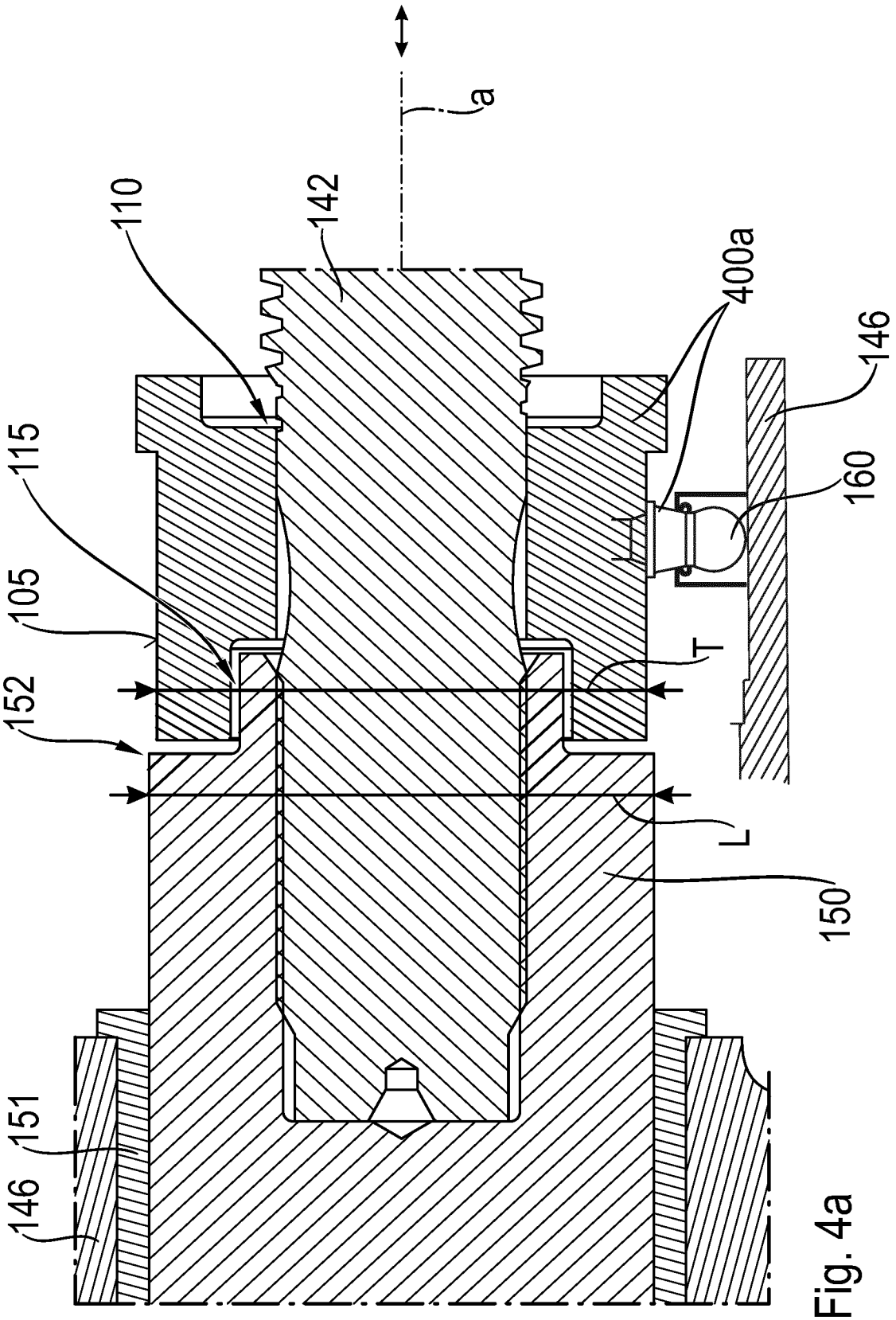


Fig. 4a

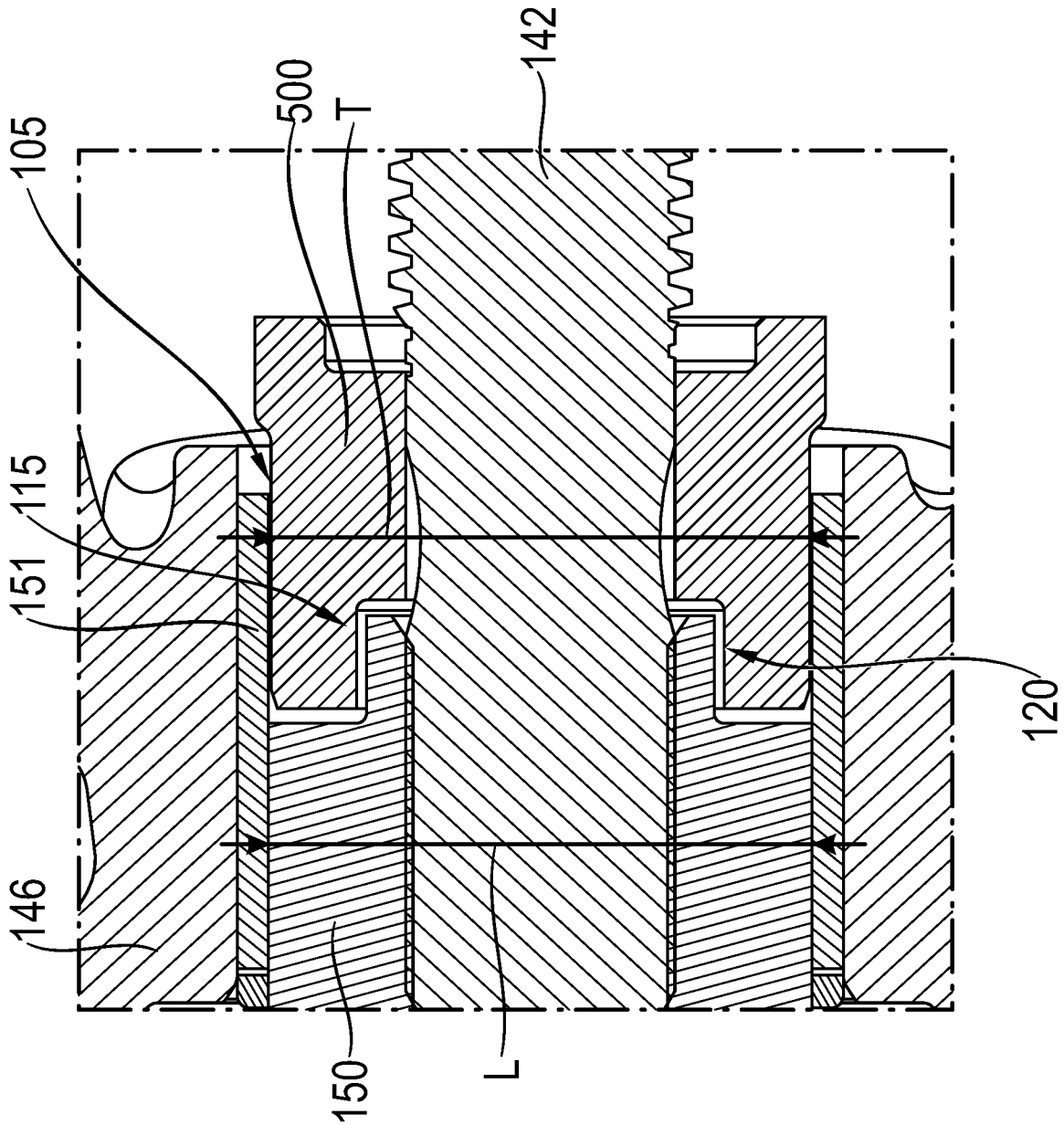


Fig. 5

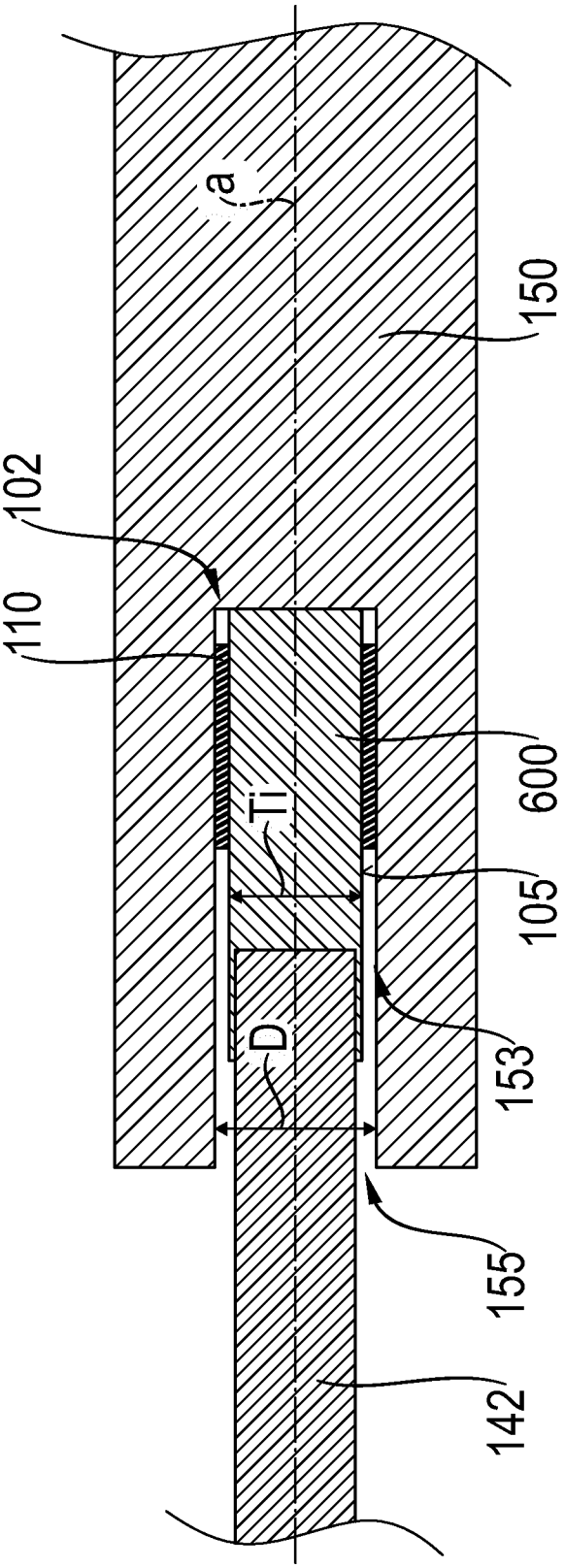


Fig.6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2021/067100

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16F 15/04(2006.01)i; ***B62D 5/04***(2006.01)i; ***B62D 7/14***(2006.01)i; ***F16F 7/104***(2006.01)i; ***F16F 15/28***(2006.01)i; ***F16H 25/20***(2006.01)i; ***F16F 15/10***(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)

F16F; 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	DE 102012019228 A1 (THYSSENKRUPP PRESTA AG [LI]) 03 April 2014 (2014-04-03)	1-4,10
A	paragraphs [0006] - [0012], [0016], [0018], [0023], [0027] - [0032]; claim 1; figure 1	5-9
A	DE 102018208200 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 28 November 2019 (2019-11-28) paragraph [0002]; figure 1	1-11
A	WO 2013189679 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 27 December 2013 (2013-12-27) abstract; figures 7-12	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
22 September 2021	**01 October 2021**

Name and mailing address of the ISA/EP	Authorized officer
European Patent Office **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands**	**Janusch, Stefan**
Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2021/067100

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE 102012019228 A1	03 April 2014	DE 102012019228 A1	03 April 2014
		WO 2014053214 A1	10 April 2014
DE 102018208200 A1	28 November 2019	NONE	
WO 2013189679 A1	27 December 2013	CN 103974872 A	06 August 2014
		DE 102012210225 A1	19 December 2013
		EP 2861480 A1	22 April 2015
		US 2015123366 A1	07 May 2015
		WO 2013189679 A1	27 December 2013

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2021/067100

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F16F15/04 B62D5/04 B62D7/14 F16F7/104 F16F15/28
F16H25/20 F16F15/10
ADD.
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F16F 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 2012 019228 A1 (THYSSENKRUPP PRESTA AG [LI]) 3. April 2014 (2014-04-03)	1-4,10
A	Absätze [0006] - [0012], [0016], [0018], [0023], [0027] - [0032]; Anspruch 1; Abbildung 1	5-9

A	DE 10 2018 208200 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 28. November 2019 (2019-11-28) Absatz [0002]; Abbildung 1	1-11

A	WO 2013/189679 A1 (ZAHNRADFABRIK FRIEDRICHSHAFEN [DE]) 27. Dezember 2013 (2013-12-27) Zusammenfassung; Abbildungen 7-12	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
22. September 2021	01/10/2021

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Janusch, Stefan

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2021/067100

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102012019228 A1	03-04-2014	DE 102012019228 A1	03-04-2014
		WO 2014053214 A1	10-04-2014
DE 102018208200 A1	28-11-2019	KEINE	
WO 2013189679 A1	27-12-2013	CN 103974872 A	06-08-2014
		DE 102012210225 A1	19-12-2013
		EP 2861480 A1	22-04-2015
		US 2015123366 A1	07-05-2015
		WO 2013189679 A1	27-12-2013