(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
02. Januar 2020 (02.01.2020)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/002412 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16D 11/08 (2006.01) *F16D 25/08* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2019/066971

(22) Internationales Anmeldedatum:
26. Juni 2019 (26.06.2019)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2018 210 691.6
29. Juni 2018 (29.06.2018) DE

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

(72) Erfinder: **PFEFFER, Andreas**; Medernberg 43, 94505 Bernried (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,

WO 2020/002412 A1

(54) **Title:** SELECTOR MODULE, DIFFERENTIAL LOCK, TRANSFER GEARBOX AND AXLE SELECTION

(54) **Bezeichnung:** SCHALTMODUL, DIFFERENTIALSPERRE, VERTEILERGETRIEBE UND ACHSZUSCHALTUNG

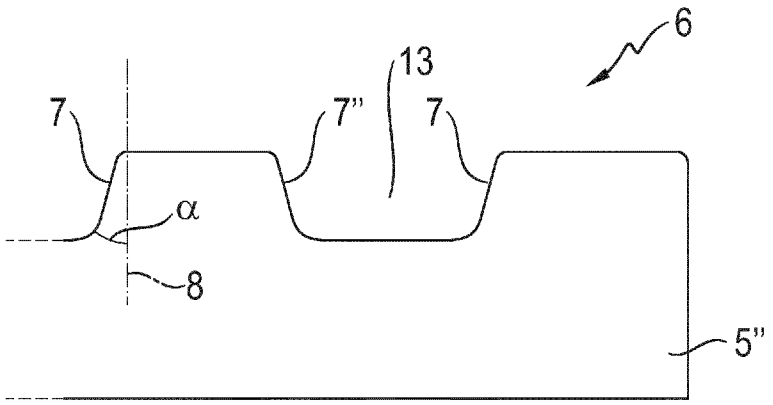


Fig. 5

(57) **Abstract:** The invention relates to a selector module (1) for a differential lock (2) or for axle selection, comprising a dog clutch (5), which has toothing (6), and a selector piston (11), which has a maximum applicable actuation force (11'), the gaps between the teeth of the toothing (6) being wide enough for the dog clutch (5) to be engaged under load. The selector module (1) according to the invention is characterised in that tooth flanks (7, 7') of the toothing (6) have an angle of inclination (α, β, γ) relative to an axial axis (8) of the dog clutch (5) such that the dog clutch (5) is subjected to a disengagement force (14, 14', 14") under load and that the maximum applicable actuation force (11') is greater than the disengagement force (14, 14', 14"). The invention also relates to a corresponding differential lock, to a corresponding transfer gearbox, and to a corresponding axle selection.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Schaltmodul (1) für eine Differentialsperre (2) oder für eine Achszuschaltung, umfassend eine Klauenkupplung (5) mit einer Verzahnung (6) und einen Schaltkolben (11) mit einer maximal aufbringbaren Stellkraft (11'), wobei Zahnlücken der Verzahnung (6) derart weit ausgebildet sind, dass die Klauenkupplung (5) unter Last schließbar ist. Das erfindungsgemäße Schaltmodul (1) zeichnet sich dadurch aus, dass Zahnflanken (7, 7') der Verzahnung (6) einen Neigewinkel (α, β, γ) gegen eine Axialachse (8) der Klauenkupplung (5) derart aufweisen, dass die Klauenkupplung (5) unter Last eine Ausrückkraft (14,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

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)*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

14', 14") erfährt und dass die maximal aufbringbare Stellkraft (11') größer ist als die Ausrückkraft (14, 14', 14"). Die Erfindung betrifft weiterhin eine entsprechende Differentialsperre, ein entsprechendes Verteilergetriebe und eine entsprechende Achszuschaltung.

Schaltmodul, Differentialsperre, Verteilergetriebe und Achszuschaltung

Die Erfindung betrifft ein Schaltmodul für eine Differentialsperre oder für eine Achszuschaltung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie eine entsprechende Differentialsperre, ein entsprechendes Verteilergetriebe und eine entsprechende Achszuschaltung.

Im Stand der Technik sind Differentialsperren bekannt, welche insbesondere auch in den Antriebssträngen von Kraftfahrzeugen Verwendung finden. Diese Differentialsperren ermöglichen durch ein Blockieren einer Verteilerfunktion der entsprechenden Differentialgetriebe eine Verteilung des Antriebsmoments auf die angetriebenen Achsen bzw. die angetriebenen Fahrzeugräder, was insbesondere in unwegsamem Gelände eine Fortbewegung erleichtern kann. Ebenso sind auch Achszuschaltungen bekannt, welche es ermöglichen, eine Fahrzeugachse wahlweise anzutreiben oder mitzuschleppen. Im angetriebenen Zustand der Fahrzeugachse erhöhen sich die Geländegängigkeit sowie die Traktionsfähigkeit des Fahrzeugs, wohingegen im mitgeschleppten Zustand der Fahrzeugachse der Treibstoffverbrauch reduziert wird. Das Einrücken bzw. Ausrücken der Differentialsperren bzw. das Ein- oder Ausrücken der Achszuschaltung erfolgt dabei über ein hierfür geeignetes Schaltmodul, welches in der Regel eine Schaltgabel, eine Schaltmuffe, eine Schaltstange sowie einen Schaltkolben und einen Schaltzylinder umfasst.

In diesem Zusammenhang beschreibt die EP 0 510 457 B1 eine formschlüssige Kupplung für ein Verteilergetriebe eines Kraftfahrzeugs und ein Verfahren zu deren Betätigung. Die Verzahnungen der Kupplungsteile weisen dabei ausreichend große Zahnlücken auf, um ein Einlegen auch unter einer Relativdrehzahl der Kupplungsteile zu ermöglichen. Ein Hinterschnitt der Verzahnungen verhindert ein Öffnen der Kupplung unter Last.

Aus der DE 40 21 653 A1 ist eine Klauenkupplung mir großem Abweiswinkel bekannt, deren Kontaktflächen der beiden Kupplungsteile derart gegen die Achsrichtung geneigt sind, dass ein Öffnen der Kupplung unter Last möglich ist.

Dabei treten jedoch Axialkräfte auf, die durch eine Verriegelungsvorrichtung aufgefangen werden müssen, was Bauraum in Anspruch nimmt und eine vergleichsweise größere Anzahl von Bauteilen erfordert. Ein Einlegen der Kupplung unter Last ist nicht möglich.

Die bekannten Klauenkupplungsanordnungen sind dahingehend nachteilbehaftet, dass je nach Ausbildungsform entweder ein Einlegen der Kupplung unter Last nicht möglich ist oder aber ein Lösen der Kupplung unter Last nicht möglich ist. Zudem bestehen sie üblicherweise aus einer Vielzahl von Einzelteilen, was vergleichsweise aufwändig in der Herstellung wie auch in der Montage ist.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbessertes Schaltmodul für eine Differentialsperre oder für eine Achszuschaltung vorzuschlagen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Schaltmodul für eine Differentialsperre oder für eine Achszuschaltung gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor.

Die Erfindung betrifft ein Schaltmodul für eine Differentialsperre oder für eine Achszuschaltung, umfassend eine Klauenkupplung mit einer Verzahnung und einen Schaltkolben mit einer maximal aufbringbaren Stellkraft, wobei Zahnlücken der Verzahnung derart weit ausgebildet sind, dass die Klauenkupplung unter Last schließbar ist. Das erfindungsgemäße Schaltmodul zeichnet sich dadurch aus, dass Zahnflanken der Verzahnung einen Neigewinkel gegen eine Axialachse der Klauenkupplung derart aufweisen, dass die Klauenkupplung unter Last eine Ausrückkraft erfährt und dass die maximal aufbringbare Stellkraft größer ist als die Ausrückkraft.

Daraus ergibt sich der Vorteil, dass das erfindungsgemäße Schaltmodul also sowohl ein Öffnen der Klauenkupplung als auch ein Schließen der Klauenkupplung unter Last bzw. unter Relativdrehzahl ermöglicht. Dies wiederum ermöglicht ein situationsangepassteres Aktivieren bzw. Deaktivieren einer Differentialsperre oder

einer Achszuschaltung, da die Differentialsperre oder die Achszuschaltung unmittelbar bei Bedarf und während der Fahrt des Fahrzeugs aktiviert werden können und ebenso unmittelbar bei Wegfall des Bedarfs während der Fahrt des Fahrzeugs wieder deaktiviert werden können. Das erfindungsgemäße Schaltmodul ermöglicht somit eine größere Flexibilität als bekannte Schaltmodule.

Die Klauenkupplung besteht bevorzugt aus einem ersten Kupplungsteil und einem zweiten Kupplungsteil, wobei der erste Kupplungsteil eine erste Verzahnung aufweist und der zweite Kupplungsteil eine zweite Verzahnung aufweist. Im geschlossenen Zustand der Klauenkupplung greift die erste Verzahnung in die zweite Verzahnung ein, so dass ein Drehmoment übertragen werden kann. Im geöffneten Zustand der Klauenkupplung greifen die Verzahnungen nicht ineinander und es kann entsprechend kein Drehmoment übertragen werden. Stattdessen tritt im geöffneten Zustand der Klauenkupplung beim Betrieb eines entsprechenden Fahrzeugs eine Relativdrehzahl zwischen dem ersten Kupplungsteil und dem zweiten Kupplungsteil auf.

Um ein Schließen der Klauenkupplung unter Last zu ermöglichen, was erfindungsgemäß gewährleistet ist, muss die Verzahnung, d.h. also sowohl die erste Verzahnung als auch die zweite Verzahnung, entsprechend massiv und stabil ausgebildet sein, so dass auch ein Gegeneinanderschlagen der ersten und der zweiten Verzahnung, insbesondere der Zahnköpfe der ersten und der zweiten Verzahnung, nicht zu Beschädigungen führt. Die Zahnlücken der Verzahnung müssen weiterhin zumindest geringfügig weiter sein als der Umfang der einzelnen Zähne der Klauenkupplung, um ein gegenseitiges Eingreifen auch unter Last zu ermöglichen.

Durch den Neigewinkel der Zahnflanken gegen die Axialachse wird im geschlossenen Zustand der Klauenkupplung unter Last erfindungsgemäß eine Ausrückkraft erzeugt. Die Ausrückkraft kommt dadurch zustande, dass die Zahnflanken derart gegen die Axialachse geneigt sind, dass sie zumindest leicht spitz vom Zahnfuß zum Zahnkopf zulaufen, dass also der Umfang eines Zahnkopfs geringer ist als der Umfang des zugehörigen Zahnfußes.

Die Axialachse bezeichnet im Sinne der Erfindung eine beliebige Gerade, welche parallel zur Axialachse der Klauenkupplung verläuft, sich also ausschließlich in Axialrichtung, nicht aber in Radialrichtung erstreckt.

Indem die maximal aufbringbare Stellkraft größer ist als die Ausrückkraft, kann im Betrieb des erfindungsgemäßen Schaltmoduls ein unbeabsichtigtes Öffnen oder zumindest ein unbeabsichtigtes Rutschen der Klauenkupplung auch bei hoher Last zuverlässig verhindert werden. Dabei ist die maximal aufbringbare Stellkraft insbesondere größer als diejenige Ausrückkraft, die bei maximal zulässiger Belastung der Klauenkupplung auftreten kann. Die maximal aufbringbare Stellkraft ist also größer als die maximal zulässige Ausrückkraft.

Die Ausrückkraft hängt dabei einerseits vom auf die Klauenkupplung wirkenden Drehmoment ab, ebenso aber auch vom Neigewinkel der Zahnflanken. Auch eine Oberflächenbeschaffenheit der Zahnflanken und ein dadurch beeinflusster Reibkoeffizient wirken sich auf die Ausrückkraft aus.

Bevorzugt ist es vorgesehen, dass die Verzahnung keinen Hinterschnitt aufweist, da ein Hinterschnitt üblicherweise ein Öffnen der Klauenkupplung unter Last verhindert, indem ein Teil der ersten Verzahnung des ersten Kupplungsteils in den Hinterschnitt der zweiten Verzahnung des zweiten Kupplungsteils eingreift und umgekehrt. Durch das unter Last auf die Klauenkupplung wirkende Drehmoment wird somit ein Öffnen der Klauenkupplung deutlich erschwert bzw. vollständig verhindert.

Weiterhin ist es bevorzugt, dass der erste Kupplungsteil als Klauenmuffe ausgebildet ist. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass auf eine zusätzliche und separate Schaltmuffe zur Drehzahlsynchronisierung verzichtet werden kann. Das erfindungsgemäße Schaltmodul verzichtet also vorteilhaft auf zusätzliche Bauteile, was die Herstellungskosten und das Modulgewicht gering hält.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass der Schaltkolben als Ringkolben ausgebildet ist. Durch die Ausbildung des

Schaltkolbens als Ringkolben kann dieser vorteilhaft unmittelbar auf einer Getriebewelle angeordnet werden, auf welcher auch die Klauenmuffe bzw. Schaltmuffe selbst angeordnet ist. Besonders bevorzugt ist der Schaltkolben dabei koaxial auf der Getriebewelle angeordnet. Indem der Schaltkolben und die Klauenmuffe bzw. die Schaltmuffe gemeinsam auf der Welle angeordnet sind, kann auf eine Schaltstange, welche üblicherweise parallel zur Getriebewelle mit der Schaltmuffe angeordnet ist und auf welcher üblicherweise der Schaltkolben zusammen mit der Schaltgabel angeordnet ist, vorteilhaft verzichtet werden. Dies spart nochmals Bauraum, Herstellungskosten und Modulgewicht.

Durch die solcherart ermöglichte Anordnung des Kolbens auf der Getriebewelle, insbesondere die koaxiale Anordnung auf der Getriebewelle, ergibt sich zudem der weitere Vorteil, dass auch auf eine Schaltgabel vollständig verzichtet werden kann. Dies führt nicht nur dazu, dass sowohl das Modulgewicht als auch die Herstellungskosten des Schaltmoduls nochmals weiter reduziert werden, sondern darüber hinaus werden auch die Schaltzeiten optimiert sowie die Teilevielfalt des Schaltmoduls reduziert.

Alternativ bevorzugt kann auch ein herkömmlicher Schaltkolben verwendet werden, wobei in diesem Fall zum Betrieb des Schaltmoduls weiterhin auch eine Schaltstange und eine Schaltgabel benötigt werden.

Bei einer Betätigung des Schaltmoduls wird der Schaltkolben bzw. Ringkolben auf der Getriebewelle axial verschoben.

Die Klauenkupplung und der Schaltkolben bestehen vorzugsweise aus Metall, insbesondere aus Stahl. Dies gewährleistet eine vergleichsweise große Robustheit und damit Langlebigkeit der Bauteile auch unter regelmäßigen und hohen Belastungen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass eine Kupplungsmuffe der Klauenkupplung axial im Ringkolben drehbar gelagert ist. Aus dieser Anordnung der Kupplungsmuffe im Ringkolben ergibt sich der Vorteil,

dass der Ringkolben bei einer Druckbeaufschlagung, die zu einer axialen Verschiebung des Schaltkolbens führt, die Kupplungsmuffe mitnehmen und ebenfalls verschieben kann. Indem die Kupplungsmuffe weiterhin drehbar im Ringkolben gelagert ist, wird also eine Verdrehbarkeit der Kupplungsmuffe gegen den Ringkolben gewährleistet. Da die Kupplungsmuffe im eingerückten Zustand einer Rotationsbewegung eines mit der Kupplungsmuffe in Eingriff stehenden Zahnrads bzw. einer zugeordneten Welle folgt, kann der Ringkolben aufgrund der Verdrehbarkeit jedoch in Ruhe bleiben. Dies vereinfacht u.a. das Herstellen einer zuverlässigen Druckdichtigkeit des Ringkolbens gegenüber dem Schaltzylinder, da der Ringkolben nicht gegen den Schaltzylinder verdreht.

Bevorzugt ist es vorgesehen, dass die Klauenmuffe koaxial im Ringkolben gelagert ist. Somit werden bei einer Druckbeaufschlagung des Ringkolbens bzw. bei einer Betätigung der Klauenmuffe keine Kippmomente zwischen Ringkolben und Klauenmuffe erzeugt.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Klauenmuffe bzw. die Schaltmuffe mittels einer Wälzlagerung im Ringkolben drehbar gelagert ist. Die Wälzlagerung ist im Vergleich zu einer Gleitlagerung zwar aufwändiger, ermöglicht jedoch das Erzielen vergleichsweise geringerer Reibwerte und damit einer besseren Effizienz. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die genaue Position des Ringkolbens zur Klauenmuffe bzw. Schaltmuffe über die Wälzlagerung vorgegeben wird, so dass zeitaufwändige Arbeiten zur Einstellung des Zahnkopf-Zahnkopf-Abstands sowie des Zahnkopf-Zahngrund-Abstands entfallen können. Eine für die Wälzlagerung notwendige Vorspannung wird bevorzugt durch ein elastisches Rückstellelement erzeugt, welche den Ringkolben im drucklosen Zustand in den Ruhezustand drängt.

Bevorzugt ist die Wälzlagerung als Schrägkugellagerung, als Rillenkugellagerung oder als Axiallagerung ausgeführt.

Alternativ bevorzugt ist es vorgesehen, dass bei Verwendung einer Schaltgabel eine Wälzlagerung zwischen der Schaltgabel und der Klauenmuffe bzw. zwischen der Schaltgabel und der Schaltmuffe vorgesehen ist.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass das Schaltmodul weiterhin einen Schaltzylinder umfasst, welcher dazu ausgebildet ist, den Schaltkolben mit einem Druck zu beaufschlagen. Schaltzylinder zur Druckbeaufschlagung und damit zur Betätigung von Schaltkolben sind weit verbreitet und technisch ausgereift. Sie stellen z.B. gegenüber Servomotoren zudem eine kostengünstige Lösung dar. Der Schaltzylinder kann z.B. zur Betätigung des Schaltkolbens mittels Öl oder mittels Luft ausgebildet sein. Der Schaltzylinder kann außerdem einfach- oder doppelwirkend ausgebildet sein.

Abhängig von der druckbeaufschlagten Fläche des Schaltkolbens bewirkt der solcherart erzeugte Druck eine entsprechende Kraft.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass das Schaltmodul weiterhin ein elastisches Rückstellelement umfasst, welches dazu ausgebildet ist, den Schaltkolben mit einer der druckverursachten Kraft entgegenwirkenden Kraft zu beaufschlagen. Bevorzugt ist es vorgesehen, dass das Rückstellelement als Schraubenfeder oder als Tellerfeder ausgebildet ist. Schraubenfedern und Tellerfedern sind kostengünstig in nahezu beliebigen Ausbildungsformen beschaffbar.

Bevorzugt ist es vorgesehen, dass der Schaltkolben einseitig mit Druck beaufschlagbar ist. Bei Erreichen eines Ausrückdrucks erfolgt eine Betätigung des Schaltmoduls dahingehend, dass eine Differentialsperre ausgerückt wird oder eine Achszuschaltung ausgerückt wird. Im drucklosen Zustand hingegen ist die Differentialsperre bzw. die Achszuschaltung bevorzugt eingerückt. In diesem Fall wird also die Stellkraft, welche ein Öffnen der Klauenkupplung unter Last aufgrund der dann wirkenden Ausrückkraft verhindert, vom Rückstellelement erzeugt.

Alternativ bevorzugt ist es vorgesehen, dass die Differentialsperre bzw. die Achszuschaltung im drucklosen Zustand ausgerückt sind. Das Einrücken erfolgt in diesem Fall durch eine Druckbeaufschlagung des Schaltkolbens mit dem Einrückdruck. Entsprechend wird die Stellkraft in diesem Fall durch die Druckbeaufschlagung erzeugt. Sie muss ausreichend groß sein, um nicht nur der unter Last auftretenden Rückstellkraft entgegenzuwirken sondern zusätzlich auch der vom Rückstellelement erzeugten Kraft entgegenzuwirken.

Weiterhin alternativ bevorzugt teilt der Schaltkolben einen Schaltzylinder der Schaltaktuatorik in einen Ausrückraum und einen Einrückraum, wobei der Ausrückraum den Ausrückdruck aufnimmt und der Einrückraum den Einrückdruck aufnimmt. In diesem Fall handelt es sich also um einen doppelwirkenden Schaltzylinder.

Besonders bevorzugt ist die Schraubenfeder bzw. Tellerfeder auf Druck vorgespannt.

Bevorzugt stützt sich das Rückstellelement an der Klauenmuffe ab. Da die Klauenmuffe radial innerhalb des Schaltkolbens angeordnet ist, kann das Rückstellelement, insbesondere bei einer Ausbildung als Schraubenfeder bzw. Tellerfeder, gewichts- und materialsparend mit vergleichsweise geringem Radialumfang ausgebildet sein.

Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass das Schaltmodul weiterhin einen hinteren Kolbenanschlag umfasst. Ein vorderer Kolbenanschlag kann vorteilhaft entfallen, sofern die Kupplungsmuffe mittels einer Wälzlagerung gelagert ist. Falls keine Wälzlagerung vorhanden ist, ist bevorzugt zusätzlich ein vorderer Kolbenanschlag vorgesehen. Der vordere Kolbenanschlag bzw. die Wälzlagerung begrenzt dabei die Verschiebbarkeit des Schaltkolbens in eine erste Axialrichtung und der hintere Kolbenanschlag begrenzt die Verschiebbarkeit des Schaltkolbens in eine zweite Axialrichtung. Daraus ergibt sich der Vorteil, dass die genaue Position des Schaltkolbens zur Klauenmuffe über den vorderen und den hinteren Kolbenanschlag vorgegeben wird, so dass auch

in diesem Fall zeitaufwändige Arbeiten zur Einstellung des Zahnkopf-Zahnkopf-Abstands sowie des Zahnkopf-Zahngrund-Abstands entfallen können.

Die Erfindung betrifft außerdem eine Differentialsperre zum Sperren einer Verteilerfunktion eines Verteilergetriebes, wobei die Differentialsperre mittels eines Schaltmoduls einrückbar und ausrückbar ist. Die erfindungsgemäße Differentialsperre zeichnet sich dadurch aus, dass das Schaltmodul ein erfindungsgemäßes Schaltmodul ist.

Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verteilergetriebe mit einer Differentialsperre. Das erfindungsgemäße Verteilergetriebe zeichnet sich dadurch aus, dass die Differentialsperre eine erfindungsgemäße Differentialsperre ist.

Die Erfindung betrifft schließlich auch eine Achszuschaltung, wobei die Achszuschaltung mittels eines Schaltmoduls zuschaltbar und abschaltbar ist. Die erfindungsgemäße Achszuschaltung zeichnet sich dadurch aus, dass das Schaltmodul ein erfindungsgemäßes Schaltmodul ist.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von in den Figuren dargestellten Ausführungsformen beispielhaft erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 beispielhaft und schematisch ein bekanntes Schaltmodul,

Fig. 2 beispielhaft und schematisch eine Verzahnung einer Klauenkupplung bzw. eines zweiten Kupplungsteils,

Fig. 3 beispielhaft und schematisch eine weitere Verzahnung einer Klauenkupplung bzw. eines zweiten Kupplungsteils,

Fig. 4 beispielhaft und schematisch eine mögliche Ausbildungsform eines erfindungsgemäßen Schaltmoduls,

Fig. 5 beispielhaft und schematisch eine Verzahnung eines erfindungsgemäßen Schaltmoduls und

Fig. 6 beispielhaft den Verlauf der Ausrückkraftkraft für unterschiedliche Neigewinkel in Abhängigkeit des wirkenden Drehmoments.

Gleiche Gegenstände, Funktionseinheiten und vergleichbare Komponenten sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet. Diese Gegenstände, Funktionseinheiten und vergleichbaren Komponenten sind hinsichtlich ihrer technischen Merkmale identisch ausgeführt, sofern sich aus der Beschreibung nicht explizit oder implizit etwas anderes ergibt.

Fig. 1 zeigt beispielhaft und schematisch ein bekanntes Schaltmodul 1, welches beispielsgemäß für eine Differentialsperre 2 verwendet wird. Wie zu sehen ist, beansprucht das Schaltmodul 1 aufgrund seiner bekannten Ausbildung mit einer Schaltstange 3 und einer Schaltgabel 4 vergleichsweise viel Bauraum. Dies liegt im Wesentlichen an der Parallelanordnung der Schaltstange 3 zu einer Getriebewelle 8, auf welcher die Klauenkupplung 5 angeordnet ist. Bei dem in Fig. 1 gezeigten, bekannten Schaltmodul 1 ist es zudem notwendig, den Abstand der Zahnköpfe einer ersten Verzahnung eines ersten Kupplungsteils 5‘ der Klauenkupplung 5 mit den Zahnköpfen einer zweiten Verzahnung eines zweiten Kupplungsteils 5“ der Klauenkupplung 5 sowohl im geschlossenen als auch im geöffneten Zustand zu kalibrieren. Derartige Kalibriervorgänge sind zeitaufwändig und damit kostenintensiv. Über eine Kugelsperre 15 kann der geschlossene Zustand verriegelt werden.

Fig. 2 zeigt beispielhaft und schematisch eine Verzahnung 6 einer Klauenkupplung 5 bzw. eines zweiten Kupplungsteils 5“. Wie zu sehen ist, sind die Zahnflanken 7, 7‘ um einen Neigewinkel α gegen eine Axialachse 8 der Klauenkupplung geneigt. Durch den Neigewinkel α der Zahnflanken 7, 7‘ gegen die Axialachse 8 wird im geschlossenen Zustand der Klauenkupplung 5 unter Last eine Ausrückkraft erzeugt.

Fig. 3 zeigt beispielhaft und schematisch eine weitere Verzahnung 6 einer Klauenkupplung 5 bzw. eines zweiten Kupplungsteils 5“. Im Gegensatz zur Verzahnung 6 der Fig. 2 ist die Verzahnung 6 der Fig. 3 derart gegen die Axialachse 8 geneigt, dass ein Hinterschnitt 9 entsteht. Wie zu sehen ist, weist die Verzahnung 6 zudem vergleichsweise massive Zähne und vergleichsweise große Zahnlücken 13 auf. Dadurch wird es ermöglicht, die Klauenkupplung 5 auch unter Last zu schließen. Die Hinterschnitte 9 verhindern jedoch ein Öffnen der Klauenkupplung 5 unter Last.

Fig. 4 zeigt beispielhaft und schematisch eine mögliche Ausbildungsform eines erfindungsgemäßen Schaltmoduls 1, beispielsgemäß für eine Differentialsperre 2. Wie zunächst zu sehen ist, ist der Schaltkolben 11 als Ringkolben 11 ausgebildet. Dadurch ergibt sich eine raumsparende Ausbildungsweise des gesamten Schaltmoduls 1 auf der Getriebewelle 10. Die Klauenkupplung 5 umfasst einen ersten Kupplungsteil 5‘ und einen zweiten Kupplungsteil 5“. Sowohl der erste als auch der zweite Kupplungsteil 5‘, 5“ weisen eine identische Verzahnung 6 (siehe Fig. 5) auf, wobei Zahnlücken 11 der Verzahnung 6 derart weit ausgebildet sind, dass die Klauenkupplung 5 unter Last schließbar ist. Die Zahnflanken 7, 7‘ der Verzahnung 6 weisen weiterhin einen Neigewinkel α gegen eine Verzahnung 8 der Klauenkupplung 5 derart auf, dass die Klauenkupplung 5 unter Last eine Ausrückkraft erfährt. Die Ausrückkraft entsteht dadurch, dass die Zahnflanken 7, 7‘ zumindest leicht spitz vom Zahnfuß zum Zahnkopf zulaufen, dass also der Umfang eines Zahnkopfs geringer ist als der Umfang des zugehörigen Zahnfußes. Je größer der Neigewinkel α ist, desto größer wird auch die Ausrückkraft, in Abhängigkeit eines wirkenden Drehmoments. Um ein unbeabsichtigtes Öffnen der geschlossenen Klauenkupplung 5 unter Last zu vermeiden, ist der Ringkolben 11 derart ausgebildet, dass seine maximal aufbringbare Stellkraft größer ist als eine maximal mögliche Ausrückkraft, wobei die maximal mögliche Ausrückkraft sich aus der maximalen Belastbarkeit des Schaltmoduls 1 ergibt. Das erste Kupplungsteil 5‘ stellt gleichzeitig die Kupplungsmuffe 5‘ der Klauenkupplung 5 dar, so dass auf eine zusätzliche Kupplungsmuffe verzichtet werden kann. Die Kupplungsmuffe 5‘ ist beispielsgemäß mittels einer Wälzlagerung 12 im Schaltkolben 11 drehbar gelagert.

Fig. 6 zeigt beispielhaft den Verlauf der Ausrückkraftkraft 14, 14‘, 14“ für unterschiedliche Neigewinkel α, β, γ in Abhängigkeit des wirkenden Drehmoments. Die Gerade 14 zeigt den Anstieg der Ausrückkraft 14 mit zunehmendem Drehmoment für eine Verzahnung 6 mit dem Neigewinkel α, die Gerade 14‘ zeigt den Anstieg der Ausrückkraft 14‘ mit zunehmendem Drehmoment für eine Verzahnung mit dem Neigewinkel β und die Gerade 14‘ ‘zeigt den Anstieg der Ausrückkraft 14“ mit zunehmendem Drehmoment für eine Verzahnung mit dem Neigewinkel γ. Wie zu sehen ist, nimmt die Ausrückkraft mit steigendem Drehmoment linear zu. Wie

ebenfalls zu sehen ist, ist die Ausrückkraft auch abhängig vom Neigewinkel α, β bzw. γ, wobei beispielsgemäß gilt: $\alpha < \beta < \gamma$. Je größer der Neigewinkel α, β, γ ist, desto größer ist die resultierende Ausrückkraft. Die Ausrückkraft ist dabei proportional zum Sinus des Neigewinkels α, β, γ. Um ein unbeabsichtigtes Öffnen der geschlossenen Klauenkupplung 5 unter Last zu vermeiden, ist der Schaltkolben 11 derart ausgebildet, dass seine maximal aufbringbare Stellkraft 11‘ größer ist als eine maximal mögliche Ausrückkraft. Die maximal aufbringbare Stellkraft 11‘ ist in Fig. 5 als Gerade dargestellt, die unabhängig vom wirkenden Drehmoment ist.

Bezugszeichen

1	Schaltmodul
2	Differentialsperre
3	Schaltstange
4	Schaltgabel
5	Klauenkupplung
5‘	erster Kupplungsteil, Klauenmuffe
5“	zweiter Kupplungsteil
6	Verzahnung
7, 7‘	Zahnflanken
8	Axialachse
9	Hinterschnitt
10	Getriebewelle
11	Schaltkolben, Ringkolben
11‘	Stellkraft
12	Wälzlagerung
13	Zahnlücke
14, 14‘, 14“	Ausrückkraft
15	Kugelsperre
α, β, γ	Neigewinkel

Patentansprüche

1. Schaltmodul (1) für eine Differentialsperre (2) oder für eine Achszuschaltung, umfassend eine Klauenkupplung (5) mit einer Verzahnung (6) und einen Schaltkolben (11) mit einer maximal aufbringbaren Stellkraft (11‘), wobei Zahnlücken der Verzahnung (6) derart weit ausgebildet sind, dass die Klauenkupplung (5) unter Last schließbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass Zahnflanken (7, 7‘) der Verzahnung (6) einen Neigewinkel (α, β, γ) gegen eine Axialachse (8) der Klauenkupplung (5) derart aufweisen, dass die Klauenkupplung (5) unter Last eine Ausrückkraft (14, 14‘, 14“) erfährt und dass die maximal aufbringbare Stellkraft (11‘) größer ist als die Ausrückkraft (14, 14‘, 14“).

2. Schaltmodul (1) nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass der Schaltkolben (11) als Ringkolben (11) ausgebildet ist.

3. Schaltmodul (1) nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Kupplungsmuffe (5‘) der Klauenkupplung (5) axial im Ringkolben (11) drehbar gelagert ist.

4. Schaltmodul (1) nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet, dass die Kupplungsmuffe (5‘) mittels einer Wälzlagerung (12) im Ringkolben (11) drehbar gelagert ist.

5. Schaltmodul (1) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltmodul (1) weiterhin einen Schaltzylinder umfasst, welcher dazu ausgebildet ist, den Schaltkolben (11) mit einem Druck zu beaufschlagen.

6. Schaltmodul (1) nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltmodul (1) weiterhin ein elastisches Rückstellelement umfasst, welches dazu ausgebildet ist, den Schaltkolben (1) mit einer dem Druck entgegenwirkenden Kraft zu beaufschlagen.

7. Schaltmodul (1) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltmodul (1) weiterhin einen hinteren Kolbenanschlag umfasst.

8. Differentialsperre (2) zum Sperren einer Verteilerfunktion des Verteilergetriebes, wobei die Differentialsperre (2) mittels eines Schaltmoduls (1) einrückbar und ausrückbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltmodul (1) ein Schaltmodul (1) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7 ist.

9. Verteilergetriebe mit einer Differentialsperre (2),
dadurch gekennzeichnet, dass die Differentialsperre (2) eine Differentialsperre (2) nach Anspruch 8 ist.

10. Achszuschaltung, wobei die Achszuschaltung mittels eines Schaltmoduls (1) zuschaltbar und abschaltbar ist,
dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltmodul (1) ein Schaltmodul (1) nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 7 ist.

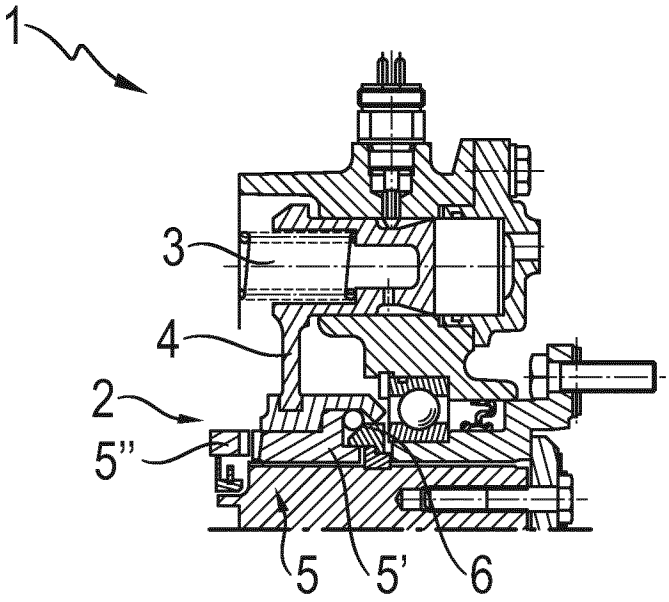


Fig. 1

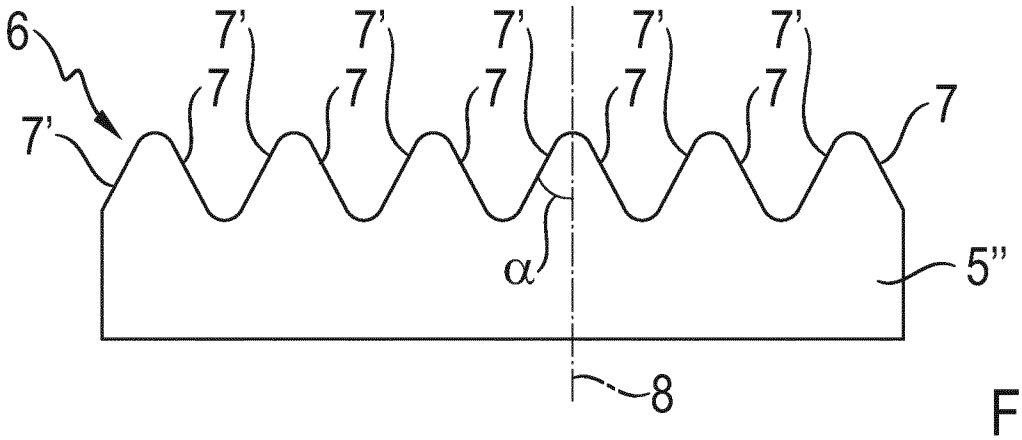


Fig. 2

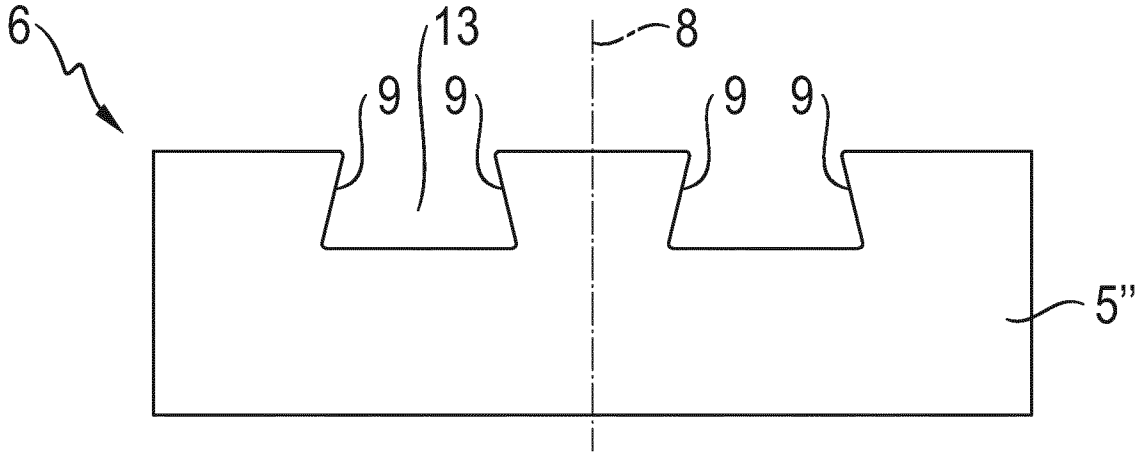


Fig. 3

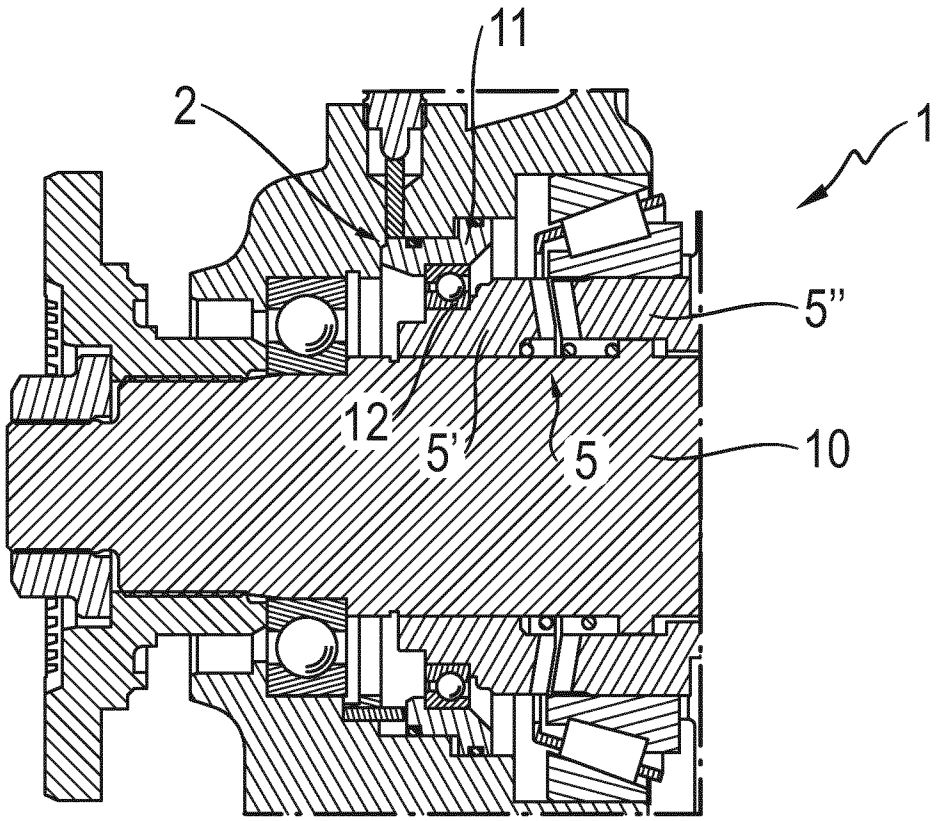


Fig. 4

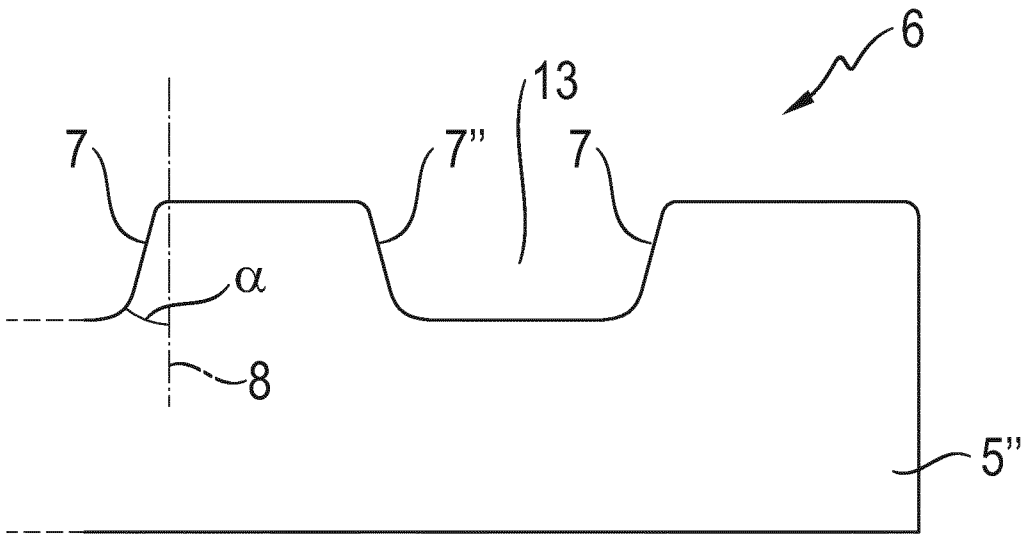


Fig. 5

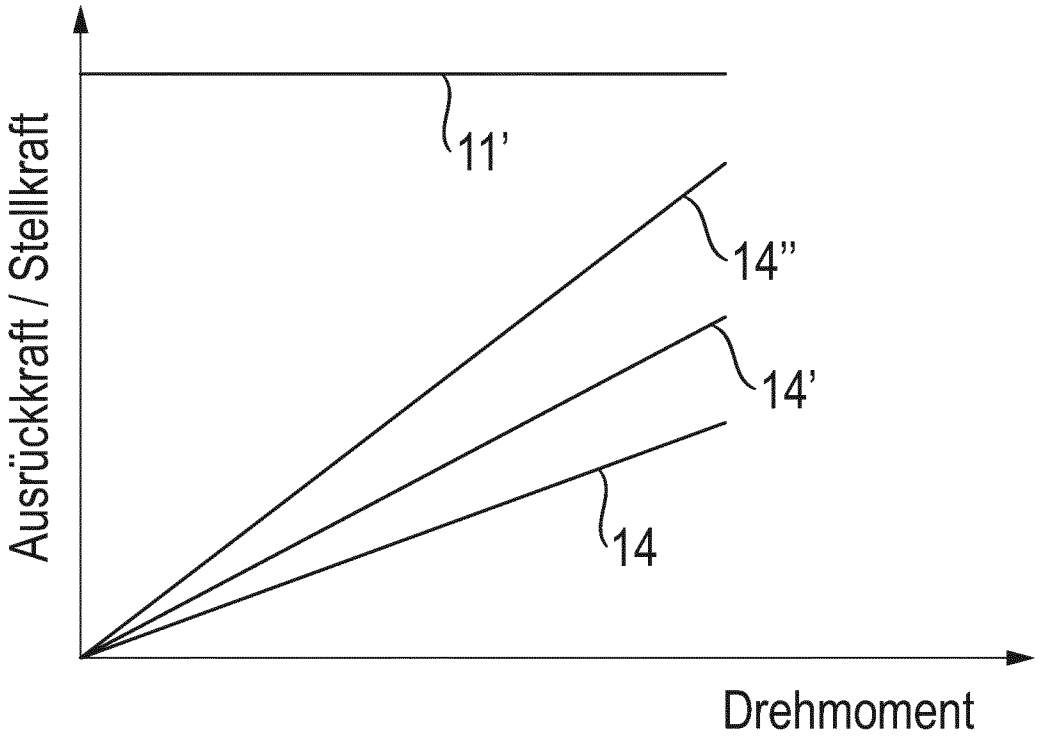


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2019/066971

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16D 11/08(2006.01)i; ***F16D 25/08***(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)

F16D; F16H

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 Y	DE 102009023437 A1 (DAIMLER AG [DE]) 09 December 2010 (2010-12-09) figures 1-4 paragraphs [0026], [0037], [0038]	1 2-10
Y	US 6918851 B2 (DANA CORP [US]) 19 July 2005 (2005-07-19) figures 4-8	2-10
Y	US 7211017 B2 (DANA CORP [US]) 01 May 2007 (2007-05-01) figures 4-7	2-10
Y	US 5377800 A (SPERDUTI DAVID [US] ET AL) 03 January 1995 (1995-01-03) figure 2	2-10
Y	US 4549449 A (MILLER RICHARD W [US] ET AL) 29 October 1985 (1985-10-29) figures 1,2	2-4

☐ 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
10 October 2019	**06 November 2019**

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2019/066971

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
DE 102009023437 A1	09 December 2010	NONE	
US 6918851 B2	19 July 2005	CA 2448307 A1	06 May 2004
		MX PA03010092 A	11 April 2005
		US 2004087408 A1	06 May 2004
US 7211017 B2	01 May 2007	CA 2563598 A1	24 November 2005
		US 2004204282 A1	14 October 2004
		WO 2005110799 A1	24 November 2005
US 5377800 A	03 January 1995	NONE	
US 4549449 A	29 October 1985	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/066971

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F16D11/08 F16D25/08
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F16D F16H

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 2009 023437 A1 (DAIMLER AG [DE]) 9. Dezember 2010 (2010-12-09)	1
Y	Abbildungen 1-4 Absätze [0026], [0037], [0038]	2-10

Y	US 6 918 851 B2 (DANA CORP [US]) 19. Juli 2005 (2005-07-19) Abbildungen 4-8	2-10

Y	US 7 211 017 B2 (DANA CORP [US]) 1. Mai 2007 (2007-05-01) Abbildungen 4-7	2-10

Y	US 5 377 800 A (SPERDUTI DAVID [US] ET AL) 3. Januar 1995 (1995-01-03) Abbildung 2	2-10

	-/--	

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] 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
10. Oktober 2019	06/11/2019

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	Melnichi, Andrei

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/066971

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 4 549 449 A (MILLER RICHARD W [US] ET AL) 29. Oktober 1985 (1985-10-29) Abbildungen 1,2 -----	2-4

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2019/066971

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102009023437 A1	09-12-2010	KEINE	
US 6918851 B2	19-07-2005	CA 2448307 A1	06-05-2004
		MX PA03010092 A	11-04-2005
		US 2004087408 A1	06-05-2004
US 7211017 B2	01-05-2007	CA 2563598 A1	24-11-2005
		US 2004204282 A1	14-10-2004
		WO 2005110799 A1	24-11-2005
US 5377800 A	03-01-1995	KEINE	
US 4549449 A	29-10-1985	KEINE	