

(12) BELGISCHER PATENTANTRAG

- (41) Veröffentlichungsdatum : 27/08/2024
(21) Antragsnummer : BE2023/5070
(22) Anmeldetag : 01/02/2023
(62) Teilantrag des früheren Antrags :
(62) Anmeldetag des früheren Antrags :
(51) Internationale Klassifikation : B60T 13/74, F16D 55/226, F16D 65/18
(30) Prioritätsangaben :
(71) Anmelder :

thyssenkrupp Presta AG
AG
9492, ESCHEN
Liechtenstein

thyssenkrupp AG
AG
45143, ESSEN
Deutschland

- (72) Erfinder :

PONGRATZ Dennis
6842 KOBLACH
Österreich

SLATINSKY Jan
9470 BUCHS
Schweiz

Dr. SZIMANDL Barna
9473 GAMS
Schweiz

- (54) Elektromechanische Bremsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug

Elektromechanische Bremsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug

5 **Stand der Technik**

Die Erfindung betrifft eine elektromechanische Bremsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine elektromotorische Stellvorrichtung und ein damit verbundenes Bremsenteil, das von der Stellvorrichtung verstellbar und mit einem Gegenbremsteil in Bremseingriff bringbar ist, wobei die Stellvorrichtung mindestens einen Stelltrieb aufweist, wobei der Stelltrieb eine Kugelrampenanordnung umfassend zwei Kurvenscheiben aufweist, wobei die Kurvenscheiben von einem elektrischen Stellmotor um eine Achse relativ zueinander drehend antreibbar sind, und einander axial gegenüberliegende, schräg zu der Achse liegende Laufbahnen aufweisen, zwischen denen jeweils abwälzbar eine Kugel angeordnet ist, wobei die Laufbahnen ein zumindest abschnittsweise gerundetes Querschnittsprofil mit einem Laufbahnradius aufweisen, und die Kugel einen Kugeldurchmesser aufweist.

Eine derartige Bremsvorrichtung eines Kraftfahrzeugs ist als Reibungsbremse ausgebildet, bei dem ein am Fahrgestell abgestütztes, relativ zur Drehung des zu bremsenden Rades feststehendes Bremsenteil mittels einer Stellvorrichtung in Bremseingriff gebracht werden kann mit einem Gegenbremsteil, welches mit dem Rad rotiert. Im Bremseingriff wird ein Reibkontakt zwischen Bremsenteil und Gegenbremsteil erzeugt, wobei das durch Reibung erzeugte Bremsmoment umso größer ist, je höher die von der Stellvorrichtung in der Verstellrichtung ausgeübte Verstellkraft ist. Bei der an sich bekannten Bauform als Scheibenbremse umfasst das Bremsenteil einen Bremsbelag, und das Gegenbremsteil eine mit dem Rad rotierende Bremsscheibe.

Die Stellvorrichtung einer gattungsgemäßen Bremsvorrichtung weist mindestens einen elektromotorischen Stelltrieb auf. Ein derartiger Stelltrieb ist ausgebildet, ein von einem elektrischen Motor um eine Achse ausgeübtes Drehmoment in eine axiale Verstell- oder Hubbewegung umzusetzen, durch die das Bremsenteil in oder aus dem Bremseingriff gebracht werden kann.

Im gattungsbildenden Stand der Technik ist es beispielsweise aus der DE 10 2017 123 266 A1 bekannt, einen Stelltrieb als Kugelrampenanordnung, auch als Rampenlager bezeichnet, auszubilden. Dieser Stelltrieb dient als Betriebsbremse, um im Fahrbetrieb durch manuelle oder automatisierte Betätigung einen Bremseingriff zu erzeugen oder freizugeben.

Die Kugelrampenordnung weist zwei Kurvenscheiben auf, von denen eine mit einem Antriebsrad verbunden ist. Die Kurvenscheiben weisen gegen die Achse geneigte Laufbahnen oder Rampen auf, zwischen denen in Umfangsrichtung Kugeln abwärtzbar angeordnet sind. Eine relative Drehung der Kurvenscheiben durch den elektrischen Stellmotor um eine Achse wird durch die dabei in den Laufbahnen abrollenden Kugeln in eine relative axiale Verlagerung der Kurvenscheiben umgesetzt, die eine Verstellung des damit verbundenen Bremsteils bewirkt.

Um eine hohe Kraftübersetzung zwischen dem vom Stellmotor eingeleiteten Antriebsmoment und der Verstellung der Kurvenscheiben zu erreichen, so dass das Bremsteil mit einer möglichst hohen Bremskraft in Bremsengriff gebracht werden kann, ist eine relativ flache Neigung der Laufbahnen erforderlich, die auch als Steigung bezeichnet wird. Daraus resultiert eine hohe Hertz'sche Pressung, d.h. eine hohe Flächenpressung, mit der jeweils eine Kugel in ihrer näherungsweise punktförmigen Kontaktfläche gegen die Laufbahnen angedrückt wird. Diese Pressung ist umso höher, je flacher die Neigung ist. Zugleich soll der Stelltrieb beim Lösen der Bremse schnell und sicher wieder in seine Ausgangslage vor dem Bremsvorgang zurück gelangen. Um eine derartige Rückstellung zu ermöglichen, ist eine nicht-selbsthemmende Ausgestaltung des Stelltriebs erforderlich, bei der die beiden Kurvenscheiben durch eine geringe von außen einwirkende axiale Rückstellkraft wieder axial aufeinander zu bewegt werden können. Dabei rollen die Kugeln entgegen der vom Stellmotor zum Bremsen ausgeübten Drehung unter relativer Drehung der Kurvenscheiben wieder in ihre Ausgangslage zurück. Dies setzt voraus, dass die Kugeln möglichst leichtgängig mit geringer Rollreibung in den Laufbahnen rollen können. Die nicht-selbsthemmende Charakteristik könnte zwar prinzipiell durch eine steilere Neigung der Laufbahnen begünstigt werden, wodurch jedoch die Kraftübersetzung inakzeptabel verringert würde. Außerdem muss sichergestellt sein, dass die Laufbahnen auch nach einer Vielzahl von Bremsvorgängen über die gesamte Lebensdauer der Bremse nicht durch die hohen Flächenpressungen beeinträchtigt werden.

Folglich besteht im Stand der Technik ein Zielkonflikt bezüglich der Realisierung einer hohen Kraftübersetzung und einer nicht-selbsthemmenden Rückstellung.

Angesichts der vorangehend erläuterten Problematik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Funktion mit einer optimierten Rückstellcharakteristik zu realisieren.

Darstellung der Erfindung

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch die Bremsvorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

5

Bei einer elektromechanischen Bremsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine elektromotorische Stellvorrichtung und ein damit verbundenes Bremssteil, das von der Stellvorrichtung verstellbar und mit einem Gegenbremssteil in Bremseingriff bringbar ist, wobei die Stellvorrichtung mindestens einen Stelltrieb aufweist, wobei der Stelltrieb eine Kugelrampenordnung umfassend zwei Kurvenscheiben aufweist, wobei die Kurvenscheiben von einem elektrischen Stellmotor um eine Achse relativ zueinander drehend antreibbar sind, und einander axial gegenüberliegende, schräg zu der Achse liegende Laufbahnen aufweisen, zwischen denen jeweils abwälzbar eine Kugel angeordnet ist, wobei die Laufbahnen ein zumindest abschnittsweise gerundetes Querschnittsprofil mit einem Laufbahnradius aufweisen, und die Kugel einen Kugeldurchmesser aufweist, ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass zwischen dem Laufbahnradius r_g und dem Kugeldurchmesser ein Verhältnis größer als 0,5 ausgebildet ist.

10

15

Für einen gegebenen Laufbahnradius r_g und einen Kugeldurchmesser D_b gilt für das Verhältnis C : $C = r_g / D_b > 0,5$.

20

Gemäß der Erfindung wird ein optimiertes Verhältnis zwischen dem Laufbahnradius und dem Kugeldurchmesser vorgeschlagen, welches es ermöglicht, die den eingangs beschriebenen Zielkonflikt zwischen einer möglichst hohen Kraftübersetzung beim motorischen Antrieb des Stelltriebs und einer nicht-selbsthemmenden Rückstellung zu lösen. Dies erfolgt unter Berücksichtigung der strukturellen und funktionalen Besonderheiten der Kugelrampenordnung. Diese betreffen insbesondere den Umstand, dass an jeder Kurvenscheibe eine geringe Anzahl von Laufbahnen vorgesehen sind, wobei zwischen zwei paarweise axial gegenüberliegenden Laufbahnen jeweils genau eine Kugel angeordnet ist. Durch die relativ geringe Anzahl der Kugeln, die über ihre Kontaktflächen die gesamte ausgeübte Verstellkraft auf die Laufbahnen übertragen, wird eine entsprechend hohe Hertz'sche Pressung erzeugt. Bei einer Kugelrampenordnung ist es jedoch funktionsbedingt nicht möglich, wie etwa bei einem gewöhnlichen Wälzlager die Anzahl der Kugeln zwischen zwei Laufbahnen zu erhöhen, um die jeweilige Flächenpressung zu reduzieren. Eine Erhöhung der Anzahl der Laufbahnen zu demselben Zweck wäre ohne Beeinträchtigung der Funktionalität, beispielsweise des axialen Verstellwegs, ist ebenfalls nicht praktikabel.

25

30

35

Um die Kugelrampenordnung unter Berücksichtigung der vorgenannten Besonderheiten zu optimieren, hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass ein Verhältnis von größer als 0,5, welches eine untere Grenze für den relativen Laufbahnradius definiert, eine akzeptabel niedrige Hertz'sche Pressung bei gleichzeitig hinreichend geringer Rollreibung ermöglicht.

5 Dadurch kann der Vorteil einer hohen Belastbarkeit und Verstellkraft bei einer hinreichenden nicht-selbsthemmenden Rückstellung realisiert werden.

Bevorzugt kann vorgesehen sein, dass das Verhältnis kleiner gleich 0,75 ist. Zwischen dem Laufbahnradius r_g und dem Kugeldurchmesser D_b wird das Verhältnis C kleiner gleich 0,75
10 ausgebildet ist, so dass gilt: $0,75 \geq C = r_g / D_b > 0,5$. Dadurch wird ein oberer Grenzwert definiert. Dabei ist die Hertz'sche Pressung zwar höher, als bei einem Wert von 0,5, vorteilhaft ist jedoch eine verringerte Rollreibung.

In dem erfindungsgemäßen Bereich des Verhältnisses zwischen 0,5 und 0,75 kann eine qualitative
15 Verbesserung der speziellen Funktionseigenschaften der Kugelrampenordnung realisiert werden.

Besonders bevorzugt ist vorgesehen, dass das Verhältnis 0,55 beträgt. Es hat sich herausgestellt, dass dadurch ein spezifisches Optimum einer relativ geringen Hertz'schen Pressung bei
20 relativ niedrigem Rollwiderstand diese Ausführung. Diese Ausgestaltung bietet besondere Vorteile bei einer Dreifach-Kugelrampenordnung mit drei Kugeln und drei Laufbahnen pro Kurvenscheibe.

Besonders vorteilhaft ist es, dass eine Kurvenscheibe genau drei Laufbahnen aufweist und genau
25 drei Kugeln vorgesehen sind. Dadurch wird eine sogenannte Dreifach-Kugelrampenordnung realisiert. Die Laufbahnen und die Kugeln sind dabei vorzugsweise gleichartig ausgebildet und gleichmäßig über den Umfang verteilt angeordnet. Durch die drei Laufbahnen und die drei Kugeln wird eindeutig eine senkrecht zur Achse stehende Ebene definiert, und es wird ein eindeutig bestimmtes Dreipunkt-Lager gebildet. Dies ist für die Verstellung des Bremslements
30 und damit für die sichere Funktion besonders vorteilhaft. Die Erfindung ermöglicht insbesondere bei dieser Ausführung eine funktionale Optimierung.

Eine vorteilhafte Ausführung ist, dass die Laufbahn ein durchgehend kreisrund gebogenes Querschnittsprofil aufweist. Das Querschnittsprofil wird durch einen einzigen durchgehenden
35 Kreisbogenabschnitt gebildet, in dem die Kugel die Laufbahn in einer einzigen, näherungsweise punktförmigen Kontaktfläche axial kontaktiert. Das erfindungsgemäße Verhältnis ermöglicht

eine optimal reduzierte Flächenpressung bei geringem Rollwiderstand. Von Vorteil ist dabei weiterhin, dass die maximale Materialbeanspruchung so weit begrenzt werden kann, dass bekannte Wälzlagerstähle für die Kurvenscheiben eingesetzt werden können, um eine jederzeit hinreichende Dauerbelastbarkeit und Betriebssicherheit zu gewährleisten.

5

Alternativ ist es möglich, dass die Laufbahn ein gotisches Querschnittsprofil aufweist. Ein gotisches Profil weist definitionsgemäß zwei spiegelsymmetrische, spitz zusammenlaufende Kreisbogensegmente auf, welche die gegenüberliegenden Seitenflanken der Laufbahn bilden. Die Kreisbogensegmente können jeweils einen erfindungsgemäßen Laufbahnradius aufweisen. Die Kugel kontaktiert jede der beiden Kreisbogensegmente jeweils in einer axial versetzten Kontaktfläche. Mit andern Worten kontaktiert die Kugel die beiden Laufbahnen in insgesamt vier Kontaktflächen. Dadurch kann die Hertz'sche Pressung und die Rollreibung reduziert werden.

Es ist möglich, dass die Laufbahn einen linearen oder nichtlinearen Verlauf der Neigung aufweist. Durch einen im Wesentlichen linearen Verlauf kann eine gleichmäßige Kraftübertragung über den gesamten Verstellweg realisiert werden. Ein nichtlinearer Verlauf, der über die Erstreckung einer Laufbahn in Umfangsrichtung beispielsweise bogenförmig oder S-förmig ausgebildet sein kann, ist abhängig von der jeweiligen Winkelstellung der Kurvenscheiben ein nichtlinearer Verlauf der Kraftübertragung realisierbar. Beispielsweise kann durch eine steilere Neigung am Anfang oder im mittleren Bereich der Laufbahn bei gleichbleibender Drehzahl des motorischen Antriebs eine schnellere Verstellung erreicht werden, und durch eine flachere Neigung im Endbereich, kurz bevor das Bremsselement in den reibschlüssigen Bremsengriff gelangt, eine höhere Verstellkraft, die für eine erhöhte Bremswirkung sorgt.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung ist, dass die Laufbahn in mindestens einem Endabschnitt eine Abflachung aufweist. Die Laufbahn erstreckt sich in Umfangsrichtung über eine definierte Länge, die zwischen ihren umfangsseitigen Enden den Wälz- oder Abrollweg der Kugel begrenzt. Zwischen den Enden weist die Laufbahn eine definierte Neigung auf, die auch als Steigung bezeichnet werden kann. Ein Endabschnitt wird durch einen Abschnitt am Ende des möglichen Abrollwegs gebildet, der in Umfangsrichtung gemessen bevorzugt mindestens einem Kugelradius entspricht. Im Bereich der Abflachung ist die Neigung der Laufbahn gegenüber der Achse, relativ zu einem an den Endabschnitt anschließenden Rollabschnitt reduziert. Es kann beispielsweise eine Neigung von null ausgebildet sein, wobei die Laufbahn senkrecht zur Achse verläuft. Entsprechend kann die Kugel gegenüber von außen auf den Stelltrieb axial einwirken-

den Rückstellkräften selbsthemmend fixiert sein. Dadurch kann die Funktion einer Feststell- oder Parkbremse realisiert sein.

5 Eine vorteilhafte Weiterbildung kann vorsehen, dass die Laufbahn in mindestens einem Endabschnitt eine muldenförmige Vertiefung aufweist. Die Vertiefung ist in einem Endbereich, auch als Endabschnitt bezeichnet, der Laufbahn angeordnet, in dem der Bremsengriff erzeugt wird. Im Bereich der Vertiefung ist die Neigung abschnittsweise der Neigung zwischen den Endabschnitten entgegengesetzt. Die Vertiefung kann bevorzugt bogenförmig gerundet sein. Vorzugsweise kann sie, in Umfangsrichtung gemessen, um mindestens einen Kugelradius vom Ende
10 der Laufbahn beabstandet sein. Die Kugel kann beim Erreichen des Bremsengriffs in die Vertiefung rollen und eine in Umfangsrichtung stabile Rastposition einnehmen. In der Rastposition ist die Kugel unabhängig von der auf die Kurvenscheiben einwirkenden axialen Rückstellkraft gehalten. Dadurch kann eine definierte, selbsthaltende Feststell-Bremsposition der Kugelrampenanordnung realisiert werden.

15 Eine vorteilhafte Weiterbildung kann vorsehen, dass die Laufbahn in mindestens einem Endabschnitt eine Schulter aufweist. Wenn die Kugeln an der Schulter des Endabschnitts anliegen, ist die Bremse in der Freigabestellung, sprich es findet kein Bremsengriff statt. Die Schulter begrenzt die Laufbahn in Umfangsrichtung.

20 Bevorzugt weist eine Laufbahn einen ersten Endabschnitt auf, in dem die Vertiefung ausgebildet ist, und einen zweiten Endabschnitt, in dem die Schulter ausgebildet ist. In einer weiteren vorteilhaften Weiterbildung bildet die Schulter einer ersten Laufbahn und die Vertiefung einer zweiten Laufbahn jeweils eine Flanke einer Erhebung. Die Erhebung bildet in Umfangsrichtung
25 die Grenze zwischen der einen Laufbahn und der anderen Laufbahn, beispielsweise zwischen einer ersten Laufbahn und einer zweiten Laufbahn, und ist in Umfangsrichtung zwischen den Laufbahnen angeordnet.

30 Es kann bevorzugt vorgesehen sein, dass die Stellvorrichtung mindestens zwei seriell gekoppelte Stelltriebe aufweist. Ein erster und ein zweiter Stelltrieb sind dabei bezüglich ihrer Verstellwege axial in Reihe angeordnet. Der bevorzugt koaxial zum ersten Stelltrieb angeordnete
zweite Stelltrieb vorzugsweise ist ebenfalls ausgebildet, um eine Drehung des Antriebselements in eine axiale Verstellung des Bremsteils umzusetzen. Durch einen ersten Stelltrieb, der gemäß
35 der Erfindung ausgebildet sein kann, kann eine Betriebsbremse realisiert sein. Ein daran seriell angekoppelter zweiter Stelltrieb kann beispielsweise zur Justierung des Luftspalts zwischen dem Brems- und Gegenbremselement vorgesehen sein.

Es ist vorteilhaft, dass die seriell gekoppelten Stelltriebe coaxial angeordnet sind. Dabei kann jeder Stelltrieb ein um die Achse drehend antreibbares Antriebsrad aufweisen, welche in Getriebeeingriff mit einem Stellmotor stehen kann. Bei der erfindungsgemäßen Ausführung kann ein Antriebsrad, beispielsweise ein Zahnrad, drehfest mit einer antriebsseitigen Kurvenscheibe verbunden sein.

In der vorgenannten Ausführung kann es vorteilhaft sein, dass einer der Stelltriebe eine Kugelrampenordnung aufweist, und ein anderer Stelltrieb eine nach einem anderen Wirkprinzip arbeitende Verstelleinrichtung. Beispielsweise kann der zweite Stelltrieb einen Spindeltrieb aufweisen, bei dem das Antriebselement eine drehend antreibbare Spindelmutter aufweist, und das Abtriebselement eine darin eingreifende, relativ dazu axial verlagerbare Gewindespindel, oder umgekehrt. Es können auch andere Bauformen von Stelltrieben eingesetzt werden, die beispielsweise Nocken- oder Kurvenscheiben, Kippstiftanordnungen oder dergleichen umfassen können, und bevorzugt ebenfalls eine motorische Drehung eines Antriebselements in eine lineare Verstellung des Abtriebselements umsetzen.

In einer vorteilhaften Weiterbildung kann es vorgesehen sein, dass zumindest einer der Kurvenscheiben als Sinterbauteil oder als Kaltfließpressteil ausgebildet ist. Sinterbauteile werden aus pulverförmigen Materialien hergestellt, wobei das Material durch Druck und Erhitzung zu einem festen Körper verbunden wird. Dadurch lassen sich komplizierte Konturen rationell und mit hoher Maßhaltigkeit herstellen. Außerdem können vorteilhafte Materialeigenschaften realisiert werden, beispielsweise eine hohe Härte und damit eine hohe Verschleißfestigkeit.

Eine vorteilhafte Ausführung kann vorsehen, dass die Bremsvorrichtung eine Stellvorrichtung und ein damit verbundenes Bremsteil umfasst, das von der Stellvorrichtung entlang einer Achse verstellbar und mit einem Gegenbremsteil in Bremseingriff bringbar ist, wobei die Stellvorrichtung einen ersten Stelltrieb und einen seriell damit gekoppelten zweiten Stelltrieb aufweist, wobei der erste Stelltrieb ein drehend antreibbares erstes Antriebsrad aufweist, und der zweite Stelltrieb ein drehend antreibbares, zu dem ersten Antriebsrad koaxiales zweites Antriebsrad aufweist, wobei zwischen dem ersten Antriebsrad und dem zweiten Antriebsrad eine Kuppelungsvorrichtung angeordnet ist.

Die Stellvorrichtung ist von mindestens einem elektrischen Stellmotor antreibbar. Dieser steht bevorzugt mit mindestens einem Antriebsrad in Getriebeeingriff. Vorzugsweise kann für das erste und zweite Antriebsrad jeweils ein Stellmotor vorgesehen sein. Der oder die Stellmotoren

sind erfindungsgemäß von einer der Bremsvorrichtung zugeordneten Radbremsensteuereinheit ansteuerbar.

5 Es kann vorgesehen sein, dass die Kupplungsvorrichtung als Reibkupplung ausgebildet ist mit einem Reibelement, dass im Kupplungseingriff reibschlüssig mit einem Gegenreibelement verbindbar ist.

Im Folgenden werden das erste und das zweite Antriebsrad zusammen auch als die beiden Antriebsräder oder kurz als die Antriebsräder bezeichnet.

10 Die Antriebsräder können jeweils als Zahnrad, beispielsweise als Stirnrad, oder aus als Riem- oder Zahnriemenrad oder Schneckenrad ausgebildet sein, so dass generell ein Getrieberad zur Verfügung gestellt wird, über das ein Antriebsmoment von einem elektrischen Stellmotor in den Stelltrieb eingekoppelt werden kann.

15 Zwischen den Antriebsrädern ist eine Reibkupplung realisiert. Diese umfasst ein Reibelement, welches mit dem einen der Antriebsräder drehmomentschlüssig verbunden ist, und ein damit korrespondierendes Gegenreibelement, welches mit dem jeweils anderen Antriebsrad drehmomentschlüssig verbunden ist. Das Reibelement kann mit dem Gegenreibelement in jeder beliebigen relativen Winkelstellung in reibschlüssigen Kupplungseingriff gebracht werden. Dabei wird
20 eine rein kraftschlüssige Kupplung realisiert, im Unterschied zu einer formschlüssigen Rastverbindung. Dadurch kann die relative Stellung der Antriebsräder zueinander kontinuierlich vorgegeben werden, im Gegensatz zu den diskreten Raststufen einer Rastverbindung. Entsprechend ist eine gleichmäßige, kontinuierliche Verstellung des zweiten Stelltriebs relativ zum ersten
25 Stelltrieb ermöglicht, und es kann eine kontinuierliche Justierung des Luftspalts erfolgen. Dies ist besonders vorteilhaft im Hinblick auf eine gleichmäßige Nachführung des optimalen Arbeitspunkts der Bremsvorrichtung an die kontinuierliche Abnutzung des Bremsteils im Betrieb, d.h. dem kontinuierlichen Verschleiß des Bremsbelags. Verglichen mit einer nur stufenweisen Justiermöglichkeit kann ein durchgehend verbessertes Ansprechverhalten der Bremsvorrichtung
30 realisiert werden, und damit eine erhöhte Betriebssicherheit und ein höherer Bedienkomfort.

Ein weiterer Vorteil gegenüber einer Rastkupplung ist, dass zum Betätigen und Lösen der Kupplungsvorrichtung im Wesentlichen keine axiale Relativbewegung zwischen den im Kupplungseingriff stehenden Kupplungselementen erforderlich ist, beispielsweise zwischen den Antriebsrädern oder den Rastelementen, die zum Erzeugen und Lösen des rastbaren Formschlus-
35

ses zwangsläufig zueinander bewegbar sein müssen. Dagegen kann der reine Kraftschluss zwischen dem erfindungsgemäßen Reib- und Gegenreibelement einfach durch die angelegte axiale Betätigungskraft vorgegeben werden, wobei Reib- und Gegenreibelement nicht axial relativ zueinander bewegt werden müssen. Dadurch wird eine einfachere und zuverlässigere konstruktive Gestaltung der Kupplungsvorrichtung ermöglicht.

Es ist bevorzugt vorgesehen, dass die Reibkupplung ein definiert vorgebbares Kupplungsmoment aufweist. Das Kupplungsmoment gibt das maximale Differenzmoment an, welches durch den Reibschluss im Kupplungseingriff kraftschlüssig zwischen Reibelement und Gegenreibelement übertragen werden kann. Beim Überschreiten des Kupplungsmoments rutscht die Kupplungsvorrichtung durch, so dass die beiden Antriebsräder relativ zueinander verdreht werden. Ein Vorteil dabei ist, dass die erfindungsgemäße Reibkupplung kontinuierlich gleitend durchrutscht, so dass eine verbesserte, gleichmäßige Nachjustierung des Luftspalts ermöglicht wird. Darüber hinaus müssen keine axialen Ausweichbewegungen von Rastelementen wie bei der bekannten Rastkupplung konstruktiv berücksichtigt und abgefangen werden.

Es ist vorteilhaft, dass das Reibelement und das Gegenreibelement koaxial angeordnet sind. Dabei korrespondiert die koaxiale Anordnung mit der koaxialen Anordnung der Antriebsräder. Das Reibelement und das Gegenreibelement können konstruktiv einfach und in einer kompakten Bauform im Bereich der axial gegeneinander gerichteten Stirnseiten der Antriebsräder angeordnet sein. Durch die vorangehend beschriebene Erzeugung des reinen Kraftschlusses der Kupplung sind keinerlei bewegliche Teile erforderlich.

In einer vorteilhaften Ausführung kann vorgesehen sein, dass das Reibelement und das Gegenreibelement konisch ausgebildet sind. Das Reibelement kann dabei einen zumindest abschnittsweise in der axialen Verstellrichtung zusammenlaufenden Kegelabschnitt mit einer konischen Reibfläche aufweisen, der als Außenkonus oder Innenkonus ausgebildet sein kann, und der mit einem korrespondierenden Kegelabschnitt am Gegenreibelement, der entsprechend gegenseitig als Innenkonus oder Außenkonus ausgestaltet ist und eine konische Gegenreibfläche aufweist. Zur Erzeugung des Kupplungseingriffs taucht der Außenkonus in den Innenkonus ein, wobei die konischen Reib- und Gegenreibflächen durch eine axiale Betätigungskraft der Kupplung reibschlüssig gegeneinander belastet werden. Ein Vorteil dabei ist, dass durch den Konus eine Kraftübersetzung der axial einwirkenden Betätigungskraft der Kupplung in die zwischen den konischen Reibflächen im Reibkontakt wirkende Normalkraft erfolgen kann. So kann durch eine flachere Steigung eine relativ kleine axiale Betätigungskraft in eine größere Normalkraft im

Reibkontakt umgesetzt werden, wodurch bereits durch eine relativ kleine axiale Betätigungskraft der Kupplung ein hohes Kupplungsmoment realisierbar ist.

5 Alternativ oder zusätzlich zu der vorgenannten Ausführung kann vorgesehen sein, dass das Reibelement und das Gegenreibelement planar ausgebildet sind. Dabei sind die miteinander korrespondierenden Reibflächen zumindest abschnittsweise als plane Axialflächen ausgebildet, ähnlich einer Scheibenkupplung. Es wird eine bauraumsparende Anordnung ermöglicht, insbesondere wenn nur ein relativ kleines Kupplungsmoment realisiert werden soll.

10 Es kann bevorzugt vorgesehen sein, dass das Reibelement und das Gegenreibelement gegeneinander vorgespannt sind. Bevorzugt sind das Reibelement und das Gegenreibelement elastisch bzw. federnd gegeneinander vorgespannt. Dabei werden die Reib- und Gegenreibflächen mit einer vorgegebenen axialen Vorspannkraft im Reibschluss gegeneinander angepresst. Zur Erzeugung der Vorspannkraft kann bevorzugt ein elastisches Vorspannelement vorgesehen
15 sein, beispielsweise ein Federelement oder dergleichen. Das Kupplungsmoment der Reibkupplung wird durch die senkrecht zum Reibkontakt wirkende Betätigungskraft bestimmt, also die axial zwischen Reib- und Gegenreibelement aufgebraachte Kraft, wobei das Kupplungsmoment umso größer ist, je größer die Vorspannkraft ist. Dies eröffnet die vorteilhafte Möglichkeit, das Kupplungsmoment einfach durch die durch das Vorspannelement ausgeübte Vorspannkraft vor-
20 zugeben. Beispielsweise kann bei einem in axialer Richtung druckelastischen Federelement, wie einer Druckfeder, die ausgeübte Vorspannkraft einfach durch der Federkonstante und die Kompression der Feder vorgegeben und angepasst werden.

Die vorgenannte Ausführungsform kann in vorteilhafter Weise dadurch realisiert sein, dass das
25 Reibelement und/oder das Gegenreibelement axial verlagerbar und über ein axial wirksames Federelement gegen das erste Antriebsrad oder das zweite Antriebsrad abgestützt ist. Das Reibelement oder das Gegenreibelement sind dabei drehmomentschlüssig, und axial verlagerbar mit dem einen Antriebsrad verbunden, beispielsweise über radial vorstehende, einen in Umfangsrichtung wirksamen Formschluss erzeugende Mitnehmer. Das zwischen dem Reibelement
30 oder dem Gegenreibelement und dem einen Antriebsrad axial eingespannte Federelement, welches bevorzugt als axial wirksame Druckfeder ausgebildet ist, sorgt dafür, dass das Reib- oder Gegenreibelement axial gegen das korrespondierende, an dem anderen Antriebsrad axial abgestützte Gegenreib- oder Reibelement vorgespannt, d.h. axial im Reibkontakt dagegen angepresst wird. Das korrespondierende Gegenreib- oder Reibelement ist drehchlüssig mit dem je-
35 weils anderen Antriebsrad verbunden. Es ist auch möglich, dass alternativ oder zusätzlich das Gegenreibelement über ein Federelement an einem der Antriebsräder abgestützt ist. Ein Vorteil

dieser Anordnung ist, dass diese Reibkupplung konstruktiv einfach und bauraumsparend zwischen den Antriebsrädern eingegliedert werden kann.

5 In einer vorteilhaften Weiterbildung ist es möglich, dass das Reibelement und/oder das Gegenreibelement in dem ersten Antriebsrad oder dem zweiten Antriebsrad angeordnet ist. So ist es beispielsweise möglich, das eine Antriebsrad im Wesentlichen trommelförmig zu gestalten, so dass in einem von dem umlaufenden Zahnrad oder Zahnkranz umschlossenen Innenraum das Reib- oder Gegenreibelement angeordnet sein kann. Dadurch wird eine kompakte, gegen äußere Einflüsse geschützte Bauform ermöglicht. So kann beispielsweise das Antriebsrad des
10 ersten Stelltriebs ein konisches Reibelement aufweisen, welches axial in ein als Innenkonus ausgebildetes Gegenreibelement eingreift, das zumindest teilweise innerhalb des zweiten Antriebsrads angeordnet ist.

Eine besonders kompakte Bauform kann – insbesondere bei der zuletzt genannten Ausführung
15 – dadurch realisiert sein, dass die Antriebsräder innerhalb der axialen Erstreckung der Stelltriebe angeordnet sind, also nicht einseitig axial vorstehend angebracht sind.

Es ist bevorzugt, dass das Reibelement und/oder das Gegenreibelement einen Reibbelag aufweisen. Das Reib- und Gegenreibelement weisen bevorzugt einen metallischen Grundkörper
20 auf, beispielsweise aus Stahl. Zur Vermeidung von Metall-Metall-Kontakt kann bevorzugt eine Beschichtung oder ein Belag zur Erzeugung einer Reibpaarung mit einer definierten Reibkraft aufgebracht sein, beispielsweise aus Sinter-, Metall- und/oder Keramikreibwerkstoffen, Verbundwerkstoffen oder dergleichen. Dadurch kann ein definiertes, reproduzierbares Kupplungsmoment gewährleistet werden.

25 Es kann vorgesehen sein, dass ein Stelltrieb einen Spindeltrieb aufweist. Dabei greift in an sich bekannter Weise eine Gewindespindel in eine Spindelmutter ein, und ein relativer drehender Antrieb über ein mit der Gewindespindel oder der Spindelmutter verbundenes Antriebsrad. Es ist möglich, dass die Spindelmutter das antriebsseitige Antriebselement des Stelltriebs bildet,
30 und die Gewindespindel das relativ dazu linear verstellbare, ausgangsseitige Abtriebselement, oder umgekehrt.

Es ist möglich, dass ein Stelltrieb eine Kugelrampenordnung, Keilscheibenanordnung, oder eine Kippstiftanordnung aufweist. Bei einer Kugelrampenordnung, auch als Rampenlager bezeichnet, weisen das Antriebs- und Abtriebselement bevorzugt Kurvenscheiben mit gegen die
35

Achse geneigten Laufbahnen oder Rampen auf, zwischen denen in Umfangsrichtung abwälzbare Kugeln angeordnet sind. Eine relative Drehung führt durch die dabei auf den Rampen abrollenden Kugel dazu, dass das Abtriebselement relativ zum Antriebselement axial verlagert wird. Bei einer an sich bekannten Kippstiftnordnung sind Kippstifte derart zwischen Antriebs- und Abtriebselement angeordnet und jeweils in Umfangsrichtung abgestützt, dass sie bei einer relative Drehung je nach Drehrichtung stärker oder schwächer gegen die Achse geneigt sind, wodurch der Abstand zwischen Antriebs- und Abtriebselement ebenfalls verstellbar ist.

In der Stellvorrichtung können zwei gleichartig wirkende Stelltriebe als erste und zweite Stelltriebe miteinander kombiniert sein, beispielsweise zwei Spindeltriebe. Es ist auch möglich, zwei unterschiedliche Bauarten miteinander zu kombinieren, beispielsweise eine Kugelrampenordnung als ersten Stelltrieb, und einen Spindeltrieb als zweiten Stelltrieb zur Justierung des Luftspalts. Dabei können die jeweiligen charakteristischen Eigenschaften jeder Bauform optimal ausgenutzt werden. Beispielsweise kann mit einer Kugelrampenordnung mit geringem Aufwand eine nichtlineare Verstellcharakteristik realisiert werden, und/oder zumindest abschnittsweise selbsthemmende Eigenschaften, und/oder eine definierte Totpunkt- oder Strecklage, die einen definierten Verstellweg ermöglicht. Die Realisierung der genannten positiven Eigenschaften kann zumindest teilweise eine präzise Vorgabe des Luftspalts erfordern, was mit der erfindungsgemäßen Reibkupplung problemlos realisiert werden kann.

Eine erfindungsgemäße Bremsvorrichtung kann eine Stellvorrichtung und ein damit verbundenes Bremsteil umfassen, das von der Stellvorrichtung entlang einer Achse verstellbar und mit einem Gegenbremsteil in Bremseingriff bringbar ist, wobei die Stellvorrichtung einen ersten Stelltrieb und einen seriell damit gekoppelten zweiten Stelltrieb aufweist, wobei der erste Stelltrieb ein drehend antreibbares erstes Antriebsrad aufweist, und der zweite Stelltrieb ein drehend antreibbares, zu dem ersten Antriebsrad koaxiales zweites Antriebsrad aufweist, wobei zwischen dem ersten Antriebsrad und dem zweiten Antriebsrad eine Kupplungsvorrichtung angeordnet ist.

Die Stellvorrichtung ist von mindestens einem elektrischen Stellmotor antreibbar. Dieser steht bevorzugt mit mindestens einem Antriebsrad in Getriebeeingriff. Vorzugsweise kann für das erste und zweite Antriebsrad jeweils ein Stellmotor vorgesehen sein. Der oder die Stellmotoren sind erfindungsgemäß von einer der Bremsvorrichtung zugeordneten Radbremsensteuereinheit ansteuerbar.

In der zuletzt genannten Ausführung der Bremsvorrichtung kann bevorzugt vorgesehen sein, dass die Kupplungsvorrichtung als Reibkupplung ausgebildet ist mit einem Reibelement, dass im Kupplungseingriff reibschlüssig mit einem Gegenreibelement verbindbar ist.

- 5 Dadurch sind die vorangehend im Zusammenhang mit dem Bremssystem erläuterten Vorteile realisierbar.

Zur Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorgesehen sein, dass die Bremsvorrichtung eine mit einem Stellmotor kuppelbare Stellvorrichtung umfassend einen ersten Stelltrieb und einen seriell damit gekoppelten zweiten Stelltrieb aufweist, und welche auf ein Brems-
10 teil wirkt, das in Richtung einer Achse mit einem Gegenbremsteil in Bremseingriff bringbar ist, wobei der erste Stelltrieb ein drehend antreibbares erstes Antriebsrad aufweist, auf das zur Betätigung ein erstes Antriebsmoment aufgebracht werden kann, und der zweite Stelltrieb ein drehend antreibbares, zu dem ersten Antriebsrad koaxiales zweites Antriebsrad aufweist, auf das
15 zur Betätigung ein zweites Antriebsmoment aufgebracht werden kann, wobei zwischen dem ersten Antriebsrad und dem zweiten Antriebsrad eine Kupplungsvorrichtung angeordnet ist, wobei erfindungsgemäß vorgesehen ist, dass die Kupplungsvorrichtung als Reibkupplung ausgebildet ist und ein vorgebbares Kupplungsmoment aufweist, bei dessen Überschreiten das erste Antriebsrad relativ zum zweiten Antriebsrad gleitend durchrutscht, wobei zur Betätigung des
20 ersten Stelltriebs das erste Antriebsrad und das zweite Antriebsrad synchron angetrieben werden, so dass der zweite Stelltrieb unbetätigt bleibt, und zur Betätigung des zweiten Stelltriebs das zweite Antriebsrad angetrieben wird, und das erste Antriebsrad relativ dazu stillgesetzt wird, so dass die Reibkupplung durchrutscht und der erste Stelltrieb unbetätigt bleibt.

- 25 Die vorangehend im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen Bremsvorrichtung genannten Merkmale können einzeln und in Kombinationen zur Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens genutzt werden.

Zur Verstellung des ersten Stelltriebs kann mittels eines ersten elektrischen Stellmotors ein
30 Stellmoment in das erste Antriebsrad eingekoppelt werden, und entsprechend kann der zweite Stelltrieb durch einen zweiten elektrischen Stellmotor angetrieben werden.

Im normalen Bremsbetrieb werden das erste und das zweite Antriebsrad synchron rotiert. Dies kann zum einen dadurch erfolgen, dass das erste und zweite Antriebsrad von den ersten und
35 zweiten Stellmotoren mit synchronisierten Antriebsmomenten angetrieben werden. Zum ande-

ren kann das zweite Antriebsrad beim Antrieb des ersten Antriebsrads durch die Kupplungsvorrichtung synchron mitgenommen werden, solange das übertragene Antriebsmoment unterhalb des Kupplungsmoments bleibt. In diesem Betriebsmodus bleibt der zweite Stelltrieb unbetätigt, und dreht als Ganzes zusammen mit dem Bremsselement leer mit.

5

Bei dem Verfahren kann die Kupplungsvorrichtung beim Überschreiten des Kupplungsmoments zur Justierung des Luftspalts kontinuierlich und gleichmäßig gleitend durchrutschen. Dies kann beispielsweise dadurch realisiert werden, dass das Antriebsrad des ersten Stelltriebs festgesetzt wird, beispielsweise durch eine Bremse oder eine entsprechende Ansteuerung des ersten Antriebsmotors, während durch den zweiten Antriebsmotor ein zweites Antriebsmoment auf das zweite Antriebsrad aufgebracht wird, welches größer ist als das Kupplungsmoment. Dadurch wird das zweite Antriebsrad relativ zum ersten Antriebsrad verdreht, und durch Betätigung des zweiten Stelltriebs kann der Luftspalt kontinuierlich und feinfühlig justiert werden, so dass eine kontinuierlich fortschreitende Abnutzung des Bremsselements bzw. des Bremsbelags optimal ausgeglichen werden kann.

10
15

Es ist möglich, dass das erste Antriebsrad und das zweite Antriebsrad zur Erzeugung eines synchronen Antriebs durch die Reibkupplung drehmomentschlüssig gekuppelt werden.

Dabei ist im kein synchroner Antrieb der beiden Antriebsräder durch die Stellmotoren erforderlich. Eventuelle Drehmomentdifferenzen können innerhalb vorgegebener Toleranzen ausgeglichen werden.

20

Es kann mit Vorteil vorgesehen sein, dass bei der Betätigung des ersten Stelltriebs ein höheres Kupplungsmoment vorgegeben wird, als bei der Betätigung des zweiten Stelltriebs. Der erste Stelltrieb wird durch synchronen Antrieb des ersten und des zweiten Antriebsrads betätigt. Das Reibelement und das Gegenreibelement werden durch die Federkraft des Federelements gegeneinander vorgespannt, und zusätzlich wirkt entgegengesetzt zur Federkraft die Verstellkraft des ersten Stelltriebs. Dadurch wird ein relativ hohes Kupplungsmoment realisiert. Wird hingegen zur Justierung des Luftspalts nur das zweite Antriebsrad gedreht, so wirkt allein die Federkraft, so dass ein niedrigeres Kupplungsmoment eingestellt wird. Dadurch wird die Justierung des Luftspalts erleichtert.

25

30

Beschreibung der Zeichnungen

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

- 5
- Figur 1 eine erfindungsgemäße Bremsvorrichtung in einer schematischen perspektivischen Ansicht,
- Figur 2 eine seitliche Ansicht der Bremsvorrichtung gemäß Figur 1,
- 10
- Figur 3 die erfindungsgemäße Stellvorrichtung der Bremsvorrichtung gemäß Figur 1 freigestellt in einer schematischen perspektivischen Ansicht,
- Figur 4 einen Schnitt Q-Q durch die Bremsvorrichtung gemäß Figur 1,
- 15
- Figur 5 den ersten Stelltrieb der Bremsvorrichtung gemäß Figur 1 freigestellt in einer schematischen perspektivischen Darstellung,
- Figur 6 eine vergrößerte Detailansicht der Stellvorrichtung aus Figur 4,
- 20
- Figur 7 einen Längsschnitt durch einen erfindungsgemäßen Stelltrieb gemäß Figur 5,
- Figur 8 einen vergrößerten Ausschnitt aus Figur 7,
- 25
- Figur 9 eine schematisch axial auseinander gezogene Darstellung des Stelltriebs gemäß Figuren 7 bis 8,
- Figur 10 freigestellte perspektivische Darstellungen der Kurvenscheiben des Stelltriebs gemäß Figuren 7 bis 9,
- 30
- Figur 11 eine vergrößerte Darstellung des Schnitts B-B aus Figur 10.

Ausführungsformen der Erfindung

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

5

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Bremsvorrichtung als Ganzes, die als Scheibenbremse ausgebildet ist. Diese umfasst eine Bremsscheibe 2, die ein Gegenbremsteil im Sinne der Erfindung bildet und mit einem hier nicht dargestellten, um eine Radachse R rotierbaren Fahrzeugrad verbunden ist. Ein Bremssattel 3 umgreift die beiden axialen Stirnflächen der Bremsscheibe 2.

10

Die Bremsscheibe 2 ist hier als unbelüftete Bremscheibe aus Vollmaterial ausgebildet. Alternativ kann diese auch als innenbelüftete Bremsscheibe ausgebildet sein.

15 An dem Bremssattel 3 ist ein erfindungsgemäßer elektrischer Bremsaktuator 4 angebracht, die in Figur 3 in einer separaten, freigestellten schematischen perspektivischen Ansicht gezeigt ist, und in den Figuren 4 bis 7 im Detail erläutert wird.

Der Bremsaktuator 4 umfasst eine Stellvorrichtung 5 die sich axial in Richtung einer Achse A erstreckt, welche parallel zur Radachse R liegt und die Verstellrichtung V der Stellvorrichtung 5 angibt.

20

Wie in der Schnittdarstellung von Figur 4 längs der Achse A erkennbar ist, ist die Bremsscheibe 2 axial zwischen zwei Bremsbelägen 31 und 32 angeordnet. Der eine Bremsbelag 31 ist auf der dem Bremsaktuator 4 abgewandten Seite fest an dem Bremssattel 3 abgestützt. Der andere Bremsbelag 32, der ein Bremsteil im Sinne der Erfindung bildet, ist an der Stellvorrichtung 5 angebracht und von dieser in der durch die Achse A gegebenen, axialen Verstellrichtung V zur Erzeugung des Bremseingriffs auf die Bremsscheibe 2 zu verstellbar, wie in Figur 4 mit dem Pfeil angedeutet ist.

25

Im unbetätigten Zustand der Bremsvorrichtung 1 befindet sich zwischen der Bremsscheibe 2 und dem verstellbaren Bremsbelag 32 ein axialer Luftspalt L, der in Figur 4 schematisch übertrieben breit eingezeichnet ist.

30 Im unbetätigten Zustand der Bremsvorrichtung 1 befindet sich zwischen der Bremsscheibe 2 und dem verstellbaren Bremsbelag 32 ein axialer Luftspalt L, der in Figur 4 schematisch übertrieben breit eingezeichnet ist.

35 Der Aufbau der Stellvorrichtung 5 ist in Figur 4 und in dem vergrößerten Ausschnitt daraus in Figur 6 dargestellt.

Die Stellvorrichtung 5 umfasst einen ersten Stelltrieb 6, der eine Kugelrampenordnung, auch als Rampenlager bezeichnet, aufweist, und einen damit axial (bezüglich der Achse A) seriell gekoppelten zweiten Stelltrieb 7, der einen Spindeltrieb aufweist.

5

Der erste Stelltrieb 6, der im gezeigten Beispiel als Kugelrampenordnung bzw. Rampenlager ausgebildet ist, umfasst eine axial und drehfest an dem Bremsaktuator 4 abgestützte, antriebsseitige Kurvenscheibe 61 und eine abtriebsseitige Kurvenscheibe 62. Zwischen den Kurvenscheiben 61 und 62 sind Kugeln 63 angeordnet. Wie in der schematisch freigestellten Ansicht von Figur 5 erkennbar ist, weisen die Kurvenscheiben 61 und 62 einander axial gegenüberliegende rampenartige, schräg zur Achse A liegende Laufbahnen 64 auf, zwischen denen Kugeln 63 abwärtzbar sind. Eine Drehung der abtriebsseitigen Kurvenscheibe 62, in Figur 5 oben, relativ zu der feststehenden antriebsseitigen Kurvenscheibe 61 – wie schematisch mit den gebogenen Pfeilen angedeutet – führt zu einer linearen Verstellung der abtriebsseitigen Kurvenscheibe 62 in der Verstellrichtung V parallel zur Achse A. Dadurch kann der Bremsbelag 32 wie in Figur 4 eingezeichnet durch Betätigung des ersten Stelltriebs 6 in Bremseingriff gebracht werden.

10

15

Die Kurvenscheibe 62 ist mit einem koaxialen Zahnrad 65 verbunden, welches als Stirnrad ausgebildet ist und ein Antriebsrad im Sinne der Erfindung bildet.

20

Das Zahnrad 65 steht im Getriebeeingriff mit einem ersten elektrischen Stellmotor 41. Dieser ermöglicht den drehenden Antrieb der Kurvenscheibe 62 und damit eine Betätigung des ersten Stelltriebs 6.

25

Der zweite Stelltrieb 7, der im gezeigten Beispiel als Spindeltrieb ausgebildet ist, weist abtriebsseitig eine Gewindespindel 71 auf, die in das Innengewinde einer antriebsseitigen Spindelmutter 72 eingreift. Dieses Innengewinde ist in der abtriebsseitigen Kurvenscheibe 62 des ersten Stelltriebs 6 ausgebildet, so dass die Funktionen der abtriebsseitigen Kurvenscheibe 62 und der antriebsseitigen Spindelmutter 72 in einem Bauelement vereinigt sind.

30

Die Gewindespindel 71 ist über ein Nabenteil 74 mit einem koaxialen Zahnrad 75 verbunden, welches axial fixiert in dem Bremsaktuator 4 drehbar gelagert ist. Über Mitnehmer 73, die beispielsweise radial vorstehende Vorsprünge oder Zähne aufweisen können, die in axiale Schlitze des Nabenteils 74 axial verschieblich eingreifen, ist die Gewindespindel drehmomentschlüssig, aber axial verlagerbar mit dem Zahnrad 75 gekuppelt.

35

Das Zahnrad 75 kann wie das Zahnrad 65 als Stirnrad ausgeführt sein und ist zu diesem benachbart koaxial angeordnet. Dieses Zahnrad 75 steht im Getriebeeingriff mit einem zweiten elektrischen Stellmotor 42. Dieser ermöglicht den drehenden Antrieb der Gewindespindel 71 und damit eine Betätigung des zweiten Stelltriebs 7.

5

Die Gewindespindel 71 ist über ein Drucklager 43, beispielsweise wie dargestellt ein Axialwälzlager, axial mit einem Druckstück 44 verbunden, an dem der verlagerbare Bremsbelag 32 angebracht ist, wie in Figur 4 erkennbar ist. Das Druckstück 44 kann auch als Kolben bezeichnet werden.

10

Die erfindungsgemäße Kupplungsvorrichtung weist ein Reibelement 8 auf, welches als koaxialer, konischer Ansatz von der Kurvenscheibe 62 auf den zweiten Stelltrieb 7 zu gerichtet ist. Der konische Ansatz weist eine außen auf einem Außenkonus angeordnete konische Reibfläche 81 auf. Das Reibelement 81 kann bevorzugt einstückig mit der Kurvenscheibe 62 / Spindelmutter 72 ausgebildet sein.

15

Das Reibelement 8 ist im Kupplungseingriff reibschlüssig mit einem Gegenreibelement 9 gekuppelt. Dabei taucht der konische Ansatz axial in eine korrespondierende konische Öffnung des Gegenreibelements 9 ein, welche eine in einem Innenkonus angeordnete konische Reibfläche 91 aufweist. Im Kupplungseingriff liegen die Reibfläche 81 und die Gegenreibfläche 91 reibschlüssig gegeneinander an, wie in Figur 6 deutlich erkennbar ist.

20

Das Gegenreibelement 9 ist über Mitnehmer 92, die in korrespondierende Schlitze 76 in dem Nabenteil 74 oder dem Zahnrad 75 axial verschiebbar eingreifen, drehmomentschlüssig, aber axial verlagerbar mit dem Zahnrad 75 gekuppelt.

25

Zwischen dem Zahnrad 75 oder dem damit verbundenen Nabenteil 74 und dem Gegenreibelement 9 ist ein Federelement 93 angeordnet. Durch dessen axial wirksame Federkraft wird das Gegenreibelement 9 gegen das Reibelement 8 elastisch verspannt. Dadurch wird ein definiertes Kupplungsmoment der durch das Reibelement 8 und das Gegenreibelement 9 gebildeten erfindungsgemäßen Reibkupplung erzeugt.

30

Figur 7 zeigt einen Längsschnitt entlang der Achse A durch den erfindungsgemäßen Stellantrieb 6 gemäß Figuren 5 und 6. In Figur 8 ist ein vergrößerter Ausschnitt aus Figur 7 im Bereich der Laufbahnen 64 dargestellt.

35

Die Kugel 63 hat einen Kugeldurchmesser D_b .

Die Laufbahnen 64 weisen im gezeigten Beispiel ein durchgehend kreisrund gebogenes Querschnittsprofil auf, das einen Laufbahnradius r_g aufweist.

- 5 Erfindungsgemäß gilt für das Verhältnis $C = r_g / D_b : C > 0,5$,
und bevorzugt: $0,75 \geq C = r_g / D_b > 0,5$.

10 In Figur 10 sind die beiden Kurvenscheiben 61 und 62 separat perspektivisch dargestellt, jeweils in einer Ansicht auf die Laufbahnen 64. Dabei ist in Figur 10 mit den gebogenen Pfeilen die Neigung der Laufbahnen 64 angedeutet, wobei diese in Pfeilrichtung relativ zur Achse A in Umfangsrichtung ansteigen.

Jeweils genau drei Laufbahnen 64 sind gleichmäßig über den Umfang verteilt angeordnet. Die darin abrollbaren drei Kugeln 63 sind ebenfalls über den Umfang gleichmäßig verteilt, und werden in ihrer relativen Position frei rotierbar in einem Kugelkäfig 66 gehalten.

Figur 11 zeigt eine vergrößerte Schnittansicht B-B aus Figur 10 durch die Endbereiche der Laufbahn 64 (in Umfangsrichtung), der am weitesten von der Kurvenscheibe 61 bzw. 62 axial vorsteht. Dabei gehört der eine Endbereich zu der einen Laufbahn 64 und der andere Endbereich zu der benachbarten Laufbahn 64. Die Neigung der Laufbahn 64 ist schematisch stark übertrieben mit dem schräggestellten Pfeil angedeutet. In dem ersten Endbereich ist jeweils eine muldenförmige Vertiefung 67 in die Laufbahn 64 eingeformt, die in der Zeichnung schematisch mit einem nach unten gerichteten Pfeil angedeutet ist. In dem zweiten Endbereich ist eine zur Laufbegrenzung der Kugeln 63 ausgebildete Schulter 68 vorgesehen, wobei Schulter 68 und Vertiefung 67 jeweils die Flanken 67F, 68F der Erhebung 69 bilden. In diese Vertiefung 67 kann die Kugel 63 einrasten, wenn sie beim Verstellen die Endposition erreicht, in der die Kurvenscheiben 61 und 62 axial nahezu maximal auseinander bewegt sind und dabei einen Hub h realisiert. Diese Verstellposition entspricht dem Bremseingriff. Die Kurvenscheiben 61 und 62 sind axial maximal auseinander bewegt, wenn sich die Kugeln 63 kurz vor dem Hineinbewegen in die Vertiefung 67 befinden. Diese Position ist mit H gekennzeichnet. Durch den Sitz in der Vertiefung 67 wird die Kugel 63 lösbar fixiert, um eine Feststell- oder Parkbremsstellung zu realisieren, in der die Bremskraft entgegen der von der Bremsscheibe 2 auf den Bremsbelag 32 ausgeübten axialen Rückstellkraft stabil gehalten wird. Dank dieser Vertiefung 67 ist es in der Feststellbremsposition möglich, den Stellmotor 41 mit einem sehr geringen Strom oder sogar ohne Bestromung zu betreiben, so dass diese Parkposition ohne zeitliche Beschränkung gehalten werden kann. Im Unterschied dazu ist der Verstelltrieb 6 nicht-selbsthemmend, wenn sich

die Kugel 63 im Verlauf der Laufbahn 64 außerhalb der Vertiefung 67 und der Schulter 68 befindet. Dann können die Kurvenscheiben 61 und 62 nach Beendigung eines Bremsvorgangs bereits durch eine relativ geringe Rückstellkraft wieder axial aufeinander zu bewegt werden, um den Bremsengriff zu lösen. Wenn sich die Kugeln 63 im Verlauf der Laufbahn 64 außerhalb der
5 Vertiefung 67 und nicht in Anlage an der Schulter 68 befinden, dann ist die Bremse in der Betriebsbremsstellung. Wenn die Kugeln 63 an der Schulter anliegen, ist die Bremse in der Freigabestellung, sprich es findet kein Bremsengriff statt.

Bezugszeichenliste

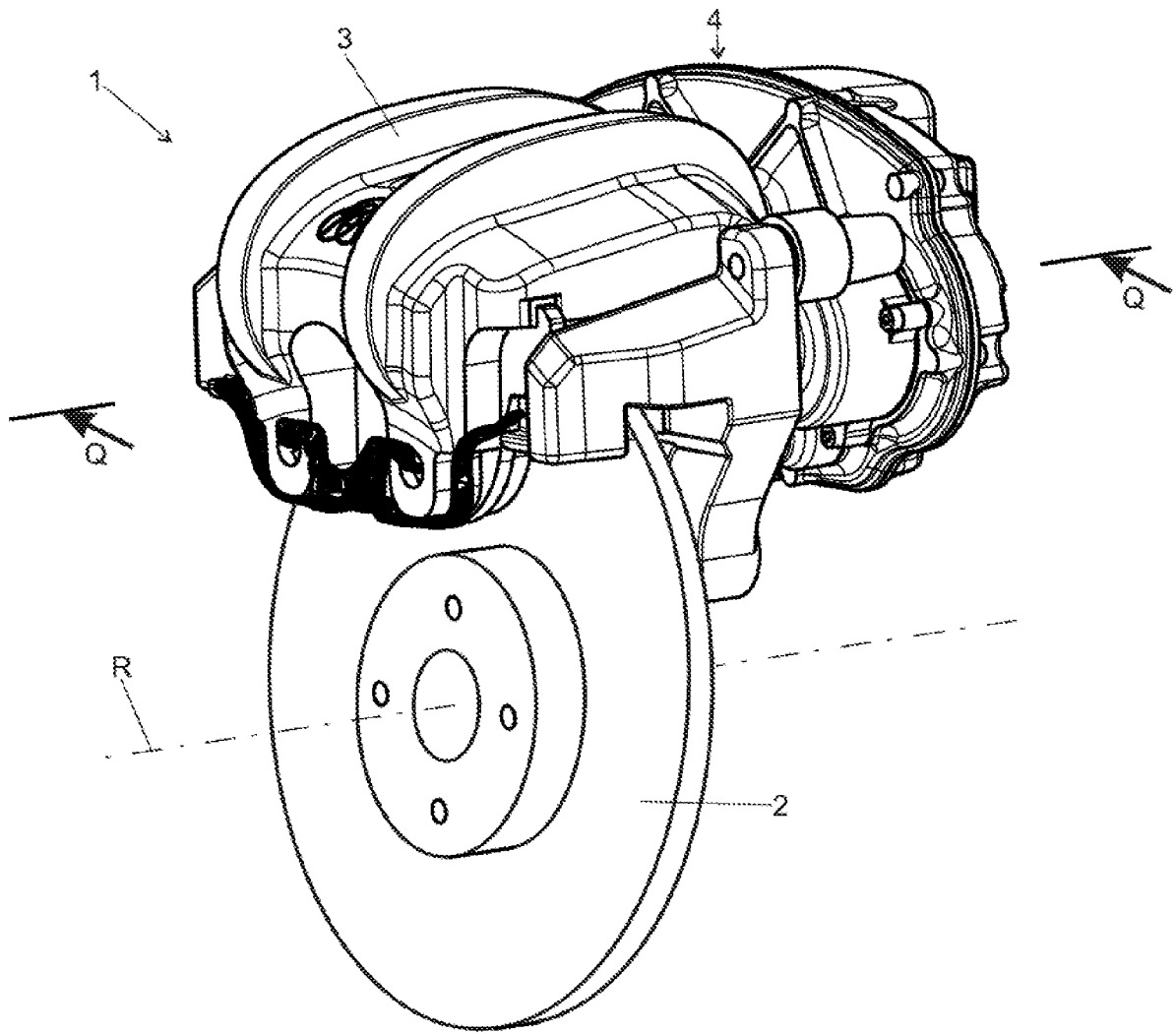
	1	Bremsvorrichtung
	2	Bremsscheibe
	3	Bremssattel
5	31, 32	Bremsbelag
	4	Bremsaktuator
	41, 42	Stellmotor
	43	Drucklager
	44	Druckstück
10	5	Stellvorrichtung
	6	erster Stelltrieb
	61	Kurvenscheibe
	62	Kurvenscheibe (integriert mit Spindelmutter 72)
	63	Kugel
15	64	Laufbahn
	65	Zahnrad
	66	Kugelkäfig
	67	Vertiefung
	7	zweiter Stelltrieb
20	71	Gewindespindel
	72	Spindelmutter (integriert mit Kurvenscheibe 62)
	73	Mitnehmer
	74	Nabenteil
	75	Zahnrad
25	76	Schlitz
	8	Reibelement
	81	Reibfläche
	9	Gegenreibelement
	91	Gegenreibfläche
30	92	Mitnehmer
	93	Federelement
	A	Achse
	R	Radachse
	V	Verstellrichtung
35	L	Luftspalt
	Db	Kugeldurchmesser

rg Laufbahnradius

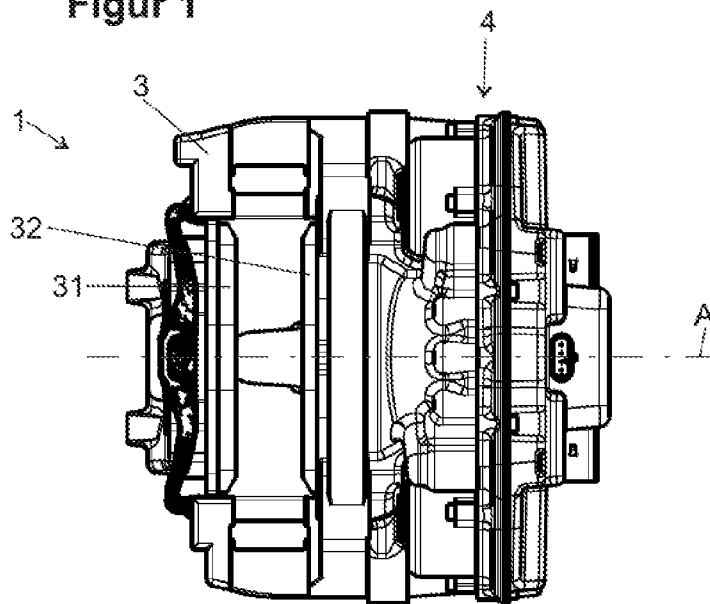
PATENTANSPRÜCHE

1. Elektromechanische Bremsvorrichtung (1) für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine elektromotorische Stellvorrichtung (5) und ein damit verbundenes Bremsteil (32), das von der
5 Stellvorrichtung (5) verstellbar und mit einem Gegenbremsteil (2) in Bremseingriff bringbar ist,
wobei die Stellvorrichtung (5) mindestens einen Stelltrieb (6, 7) aufweist,
wobei der Stelltrieb (6) eine Kugelrampenordnung (6) umfassend zwei Kurvenscheiben (61, 62) aufweist,
10 wobei die Kurvenscheiben (61, 62) von einem elektrischen Stellmotor (41, 42) um eine Achse (A) relativ zueinander drehend antreibbar sind, und
einander axial gegenüberliegende, schräg zu der Achse (A) liegende Laufbahnen (64) aufweisen, zwischen denen jeweils abwälzbar eine Kugel (63) angeordnet ist,
wobei die Laufbahnen (64) ein zumindest abschnittsweise gerundetes Querschnittsprofil
15 mit einem Laufbahnradius (rg) aufweisen, und die Kugel (63) einen Kugeldurchmesser (Db) aufweist,
dadurch gekennzeichnet,
dass zwischen dem Laufbahnradius (rg) und dem Kugeldurchmesser (Db) ein Verhältnis (C) größer als 0,5 ausgebildet ist.
20
2. Bremsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis (C) kleiner gleich 0,75 ist.
3. Bremsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
25 dass das Verhältnis (C) 0,55 beträgt.
4. Bremsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Laufbahn (64) ein durchgehend kreisrund gebogenes Querschnittsprofil aufweist.
30
5. Bremsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Laufbahn (64) ein gotisches Querschnittsprofil aufweist.
6. Bremsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
35 dass die Laufbahn (64) einen linearen oder nichtlinearen Verlauf der Neigung aufweist.

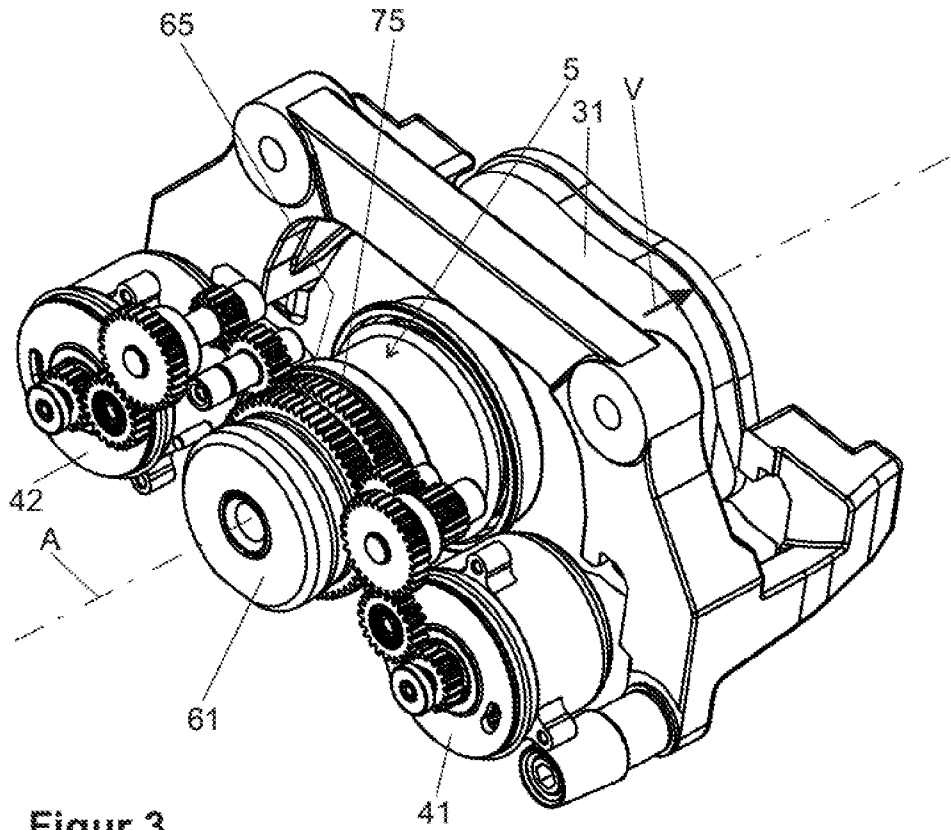
7. Bremsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Kurvenscheibe (61, 62) genau drei Laufbahnen (64) aufweist und genau drei Kugeln (63) vorgesehen sind.
- 5 8. Bremsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Laufbahn (64) in mindestens einem Endabschnitt eine Abflachung aufweist.
9. Bremsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Laufbahn (64) in mindestens einem Endabschnitt eine muldenförmige Vertiefung (67) aufweist.
- 10 10. Bremsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stellvorrichtung mindestens zwei seriell gekoppelte Stelltriebe (6, 7) aufweist.
- 15 11. Bremsvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass einer der Stelltriebe (6) eine Kugelrampenordnung aufweist, und ein anderer Stelltrieb (7) eine nach einem anderen Wirkprinzip arbeitende Verstelleinrichtung.
- 20 12. Bremsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einer der Kurvenscheiben (61, 62) als Sinterbauteil oder als Kaltfließpressteil ausgebildet ist.



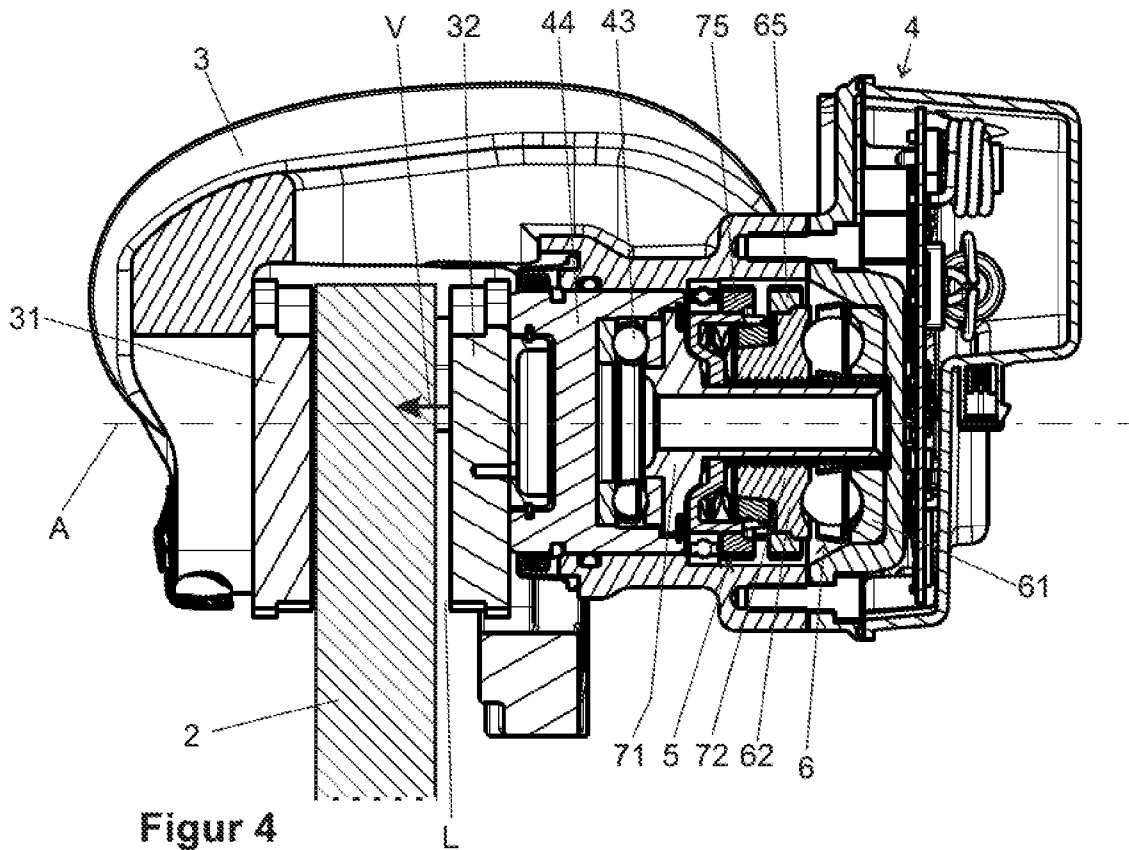
Figur 1



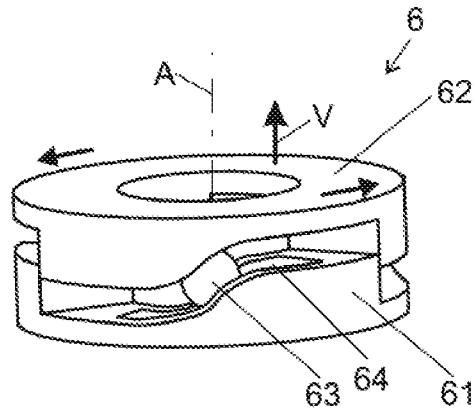
Figur 2



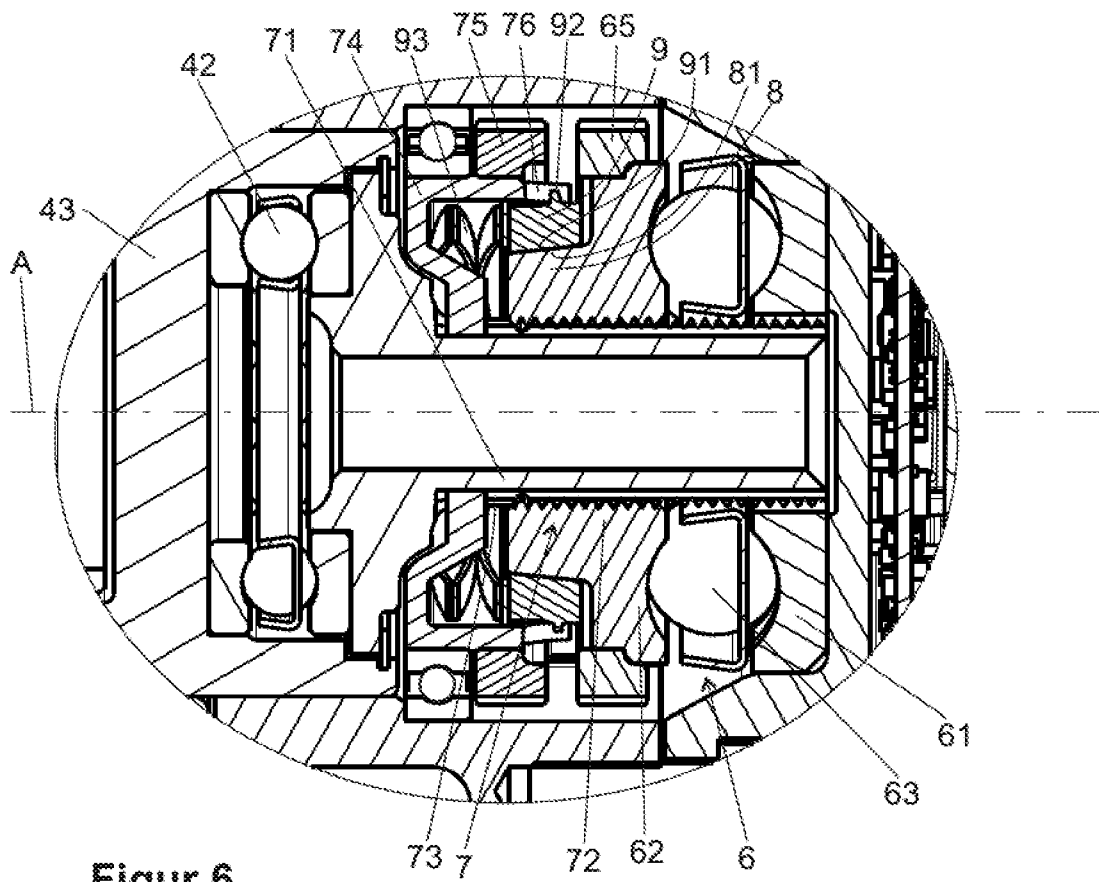
Figur 3



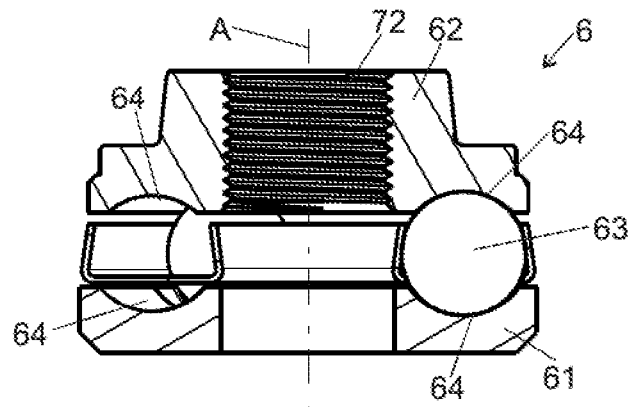
Figur 4



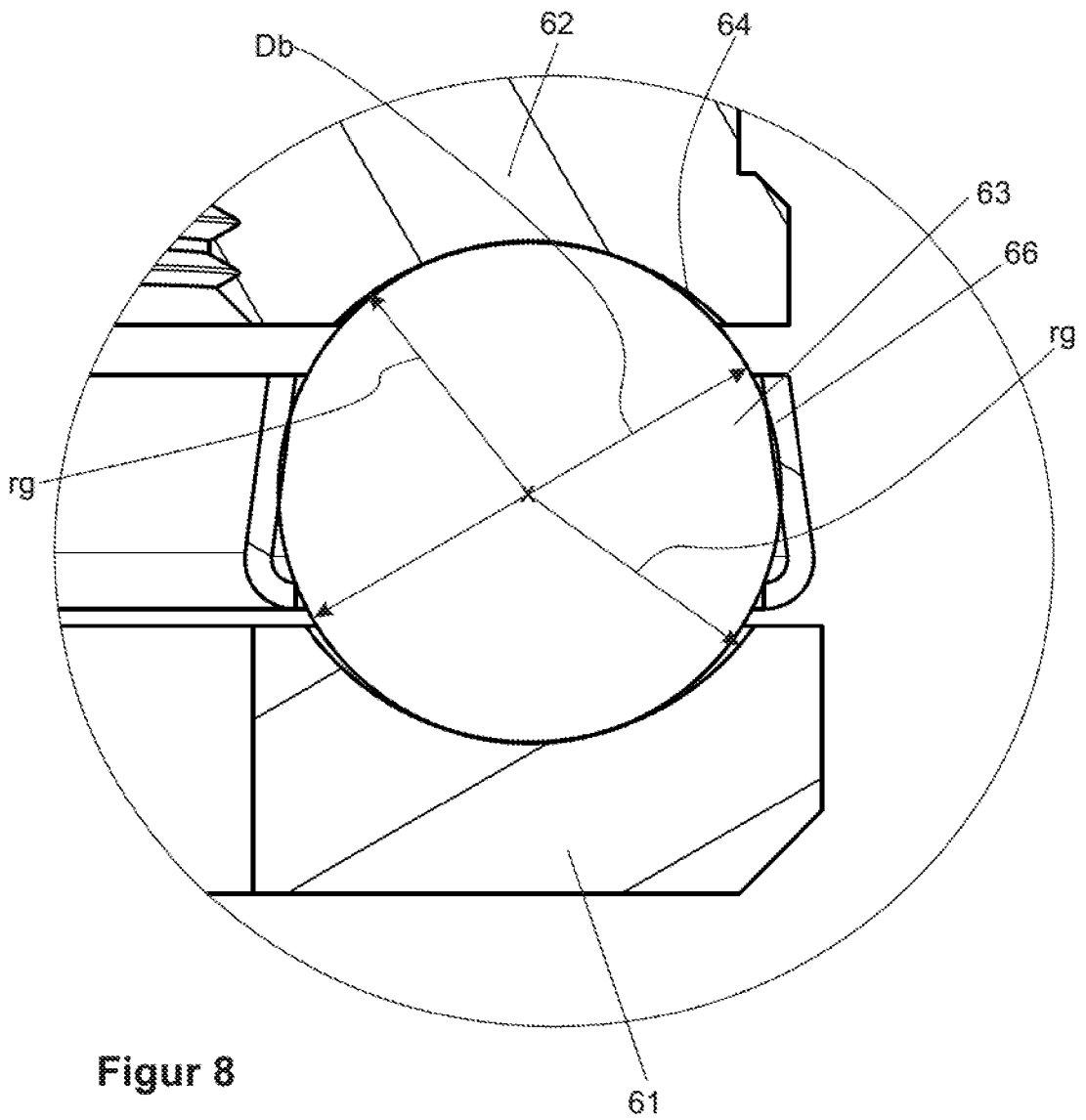
Figur 5



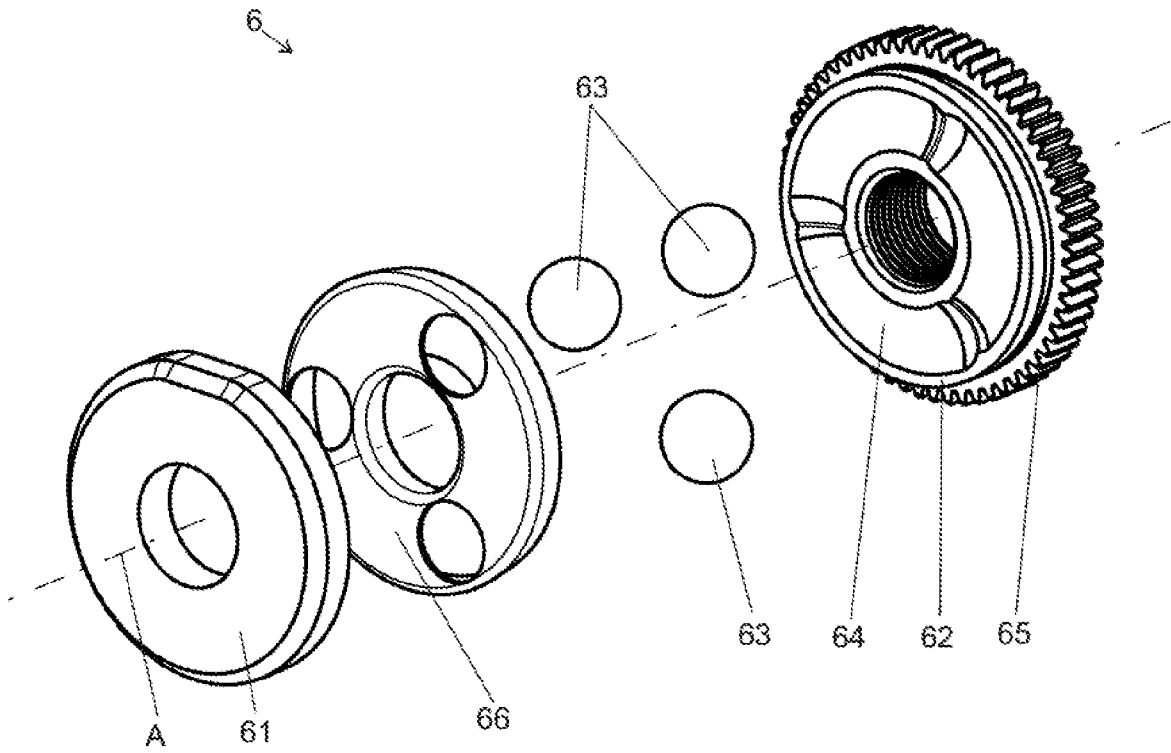
Figur 6



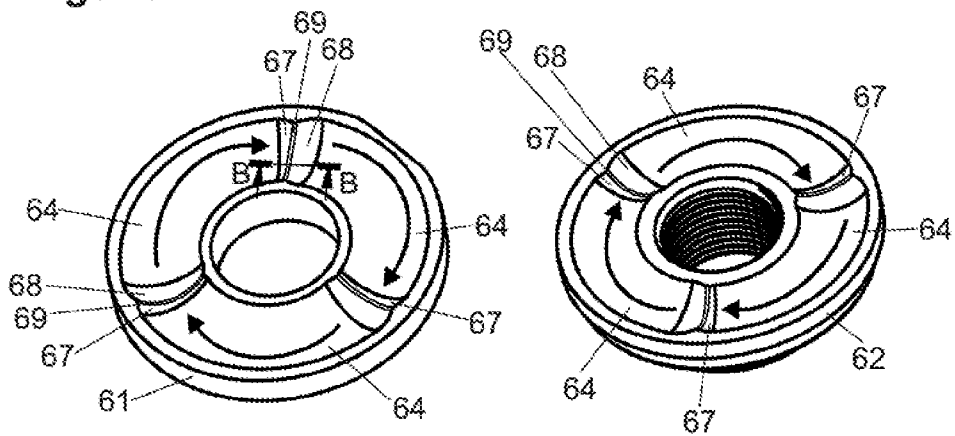
Figur 7



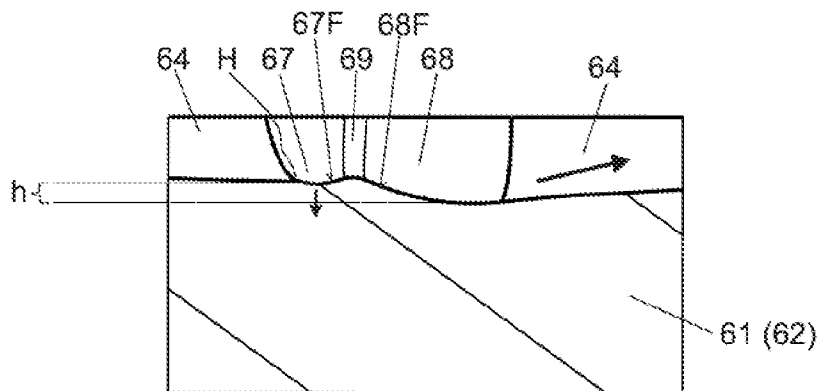
Figur 8



Figur 9



Figur 10



Figur 11

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

RECHERCHENBERICHT INTERNATIONALER ART NACH ARTIKEL XI.23.,

§10 DES BELGISCHEN WIRTSCHAFTSGESETZBUCHES

KENNZEICHNUNG DER NATIONALEN ANMELDUNG	AKTENZEICHEN DES ANMELDERS ODER ANWALTS 230062P00BE
Nationales Aktenzeichen 202305070	Anmeldedatum 01-02-2023
Anmeldeland	Beanspruchtes Prioritätsdatum
Anmelder (Name) thyssenkrupp AG, et al	
Datum des Antrags auf eine Recherche Internationaler Art 25-02-2023	Nummer, die die internationale Recherchenbehörde dem Antrag auf eine Recherche internationaler Art zugeteilt hat SN83338
I. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (treffen mehrere Klassifikationssymbole zu, so sind alle anzugeben)	
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPC) oder sowohl nach der nationalen Klassifikation als auch nach der IPC Siehe Recherchenbericht	
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE	
Recherchierter Mindestprüfstoff	
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole
IPC	Siehe Recherchenbericht
Recherchierte, nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen	
III. <input type="checkbox"/> EINIGE ANSPRÜCHE HABEN SICH ALS NICHT RECHERCHIERBAR ERWIESEN (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	
IV. <input type="checkbox"/> MANGELNDE EINHEITLICHKEIT DER ERFINDUNG (Bemerkungen auf Ergänzungsbogen)	

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Nr. des Antrags auf Recherche

BE 202305070

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60T13/74 F16D55/226 F16D65/18
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60T F16D

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 VERÖFFENTLICHUNGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y,D	DE 10 2017 123266 A1 (THYSSENKRUPP AG [DE]) 11. April 2019 (2019-04-11) in der Anmeldung erwähnt	1-7,10
A	* Absatz [0042] – Absatz [0083]; Abbildungen 1-8 *	8, 9, 11, 12

Y	US 2015/203079 A1 (SEKIGUCHI KAZUHIRO [JP] ET AL) 23. Juli 2015 (2015-07-23)	1-7,10
A	* Absatz [0087]; Abbildungen 3-6 *	8, 9, 11, 12

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" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem 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 Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des tatsächlichen Abschlusses der Recherche internationaler Art

17. August 2023

Absenddatum des Berichts über die Recherche internationaler Art

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

Marsano, Flavio

BERICHT ÜBER DIE RECHERCHE INTERNATIONALER ART

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Nr. des Antrags auf Recherche

BE 202305070

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102017123266 A1	11-04-2019	CN 111183077 A	19-05-2020
		DE 102017123266 A1	11-04-2019
		EP 3691943 A1	12-08-2020
		WO 2019068794 A1	11-04-2019

US 2015203079 A1	23-07-2015	CN 104487727 A	01-04-2015
		EP 2878847 A1	03-06-2015
		JP 6137805 B2	31-05-2017
		JP 2014040902 A	06-03-2014
		US 2015203079 A1	23-07-2015
		WO 2014017609 A1	30-01-2014



SCHRIFTLICHER BESCHEID

Dossier Nr. SN83338	Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 01.02.2023	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr)	Anmeldung Nr. BE202305070
Internationale Patentklassifikation (IPK) INV. B60T13/74 F16D55/226 F16D65/18			
Anmelder thyssenkrupp AG, et al			

Dieser Bescheid enthält Angaben und entsprechende Seiten zu folgenden Punkten:

- Feld Nr. I Grundlage des Bescheids
- Feld Nr. II Priorität
- Feld Nr. III Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- Feld Nr. IV Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- Feld Nr. V Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- Feld Nr. VI Bestimmte angeführte Unterlagen
- Feld Nr. VII Bestimmte Mängel der Anmeldung
- Feld Nr. VIII Bestimmte Bemerkungen zur Anmeldung

Formblatt BE237A (Deckblatt) (Juli 2022)	Prüfer Marsano, Flavio
--	---------------------------

SCHRIFTLICHER BESCHEID

Feld Nr. I Grundlage des Bescheids

1. Dieser Bescheid wurde auf der Grundlage des vor dem Beginn der Recherche eingereichten Satzes von Ansprüchen erstellt.
2. Hinsichtlich der **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz**, die in der Anmeldung offenbart wurde, ist dieser Bescheid auf der Grundlage eines Sequenzprotokolls erstellt worden, das
 - a. im Anmeldezeitpunkt Bestandteil der Anmeldung war.
 - b. nach dem Anmeldedatum für die Zwecke der Recherche eingereicht wurde
 - begleitet von einer Erklärung, wonach das Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht.
3. Hinsichtlich der Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz, die in der Anmeldung offenbart wurde, ist dieser Bescheid insoweit erstellt worden, dass ein sinnvolles Gutachten ohne ein dem WIPO-Standard ST.26 entsprechendes Sequenzprotokoll erstellt werden konnte.
4. Zusätzliche Bemerkungen:

Feld Nr. V Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit	Ja: Ansprüche 1-12 Nein: Ansprüche
Erfinderische Tätigkeit	Ja: Ansprüche 8, 9, 11, 12 Nein: Ansprüche 1-7, 10
Gewerbliche Anwendbarkeit	Ja: Ansprüche: 1-12 Nein: Ansprüche:

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

Zu Punkt V

Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

- D1 DE 10 2017 123266 A1 (THYSSENKRUPP AG [DE]) 11. April 2019
(2019-04-11)in der Anmeldung erwähnt
- D2 US 2015/203079 A1 (SEKIGUCHI KAZUHIRO [JP] ET AL) 23. Juli 2015
(2015-07-23)

Mangelnde erfinderische Tätigkeit

Die vorliegende Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse der Patentierbarkeit, weil der Gegenstand des Anspruchs 1 nicht auf einer erfinderischen Tätigkeit beruht.

D1 (Fig.1-8 und Abstz.42-83) wird als nächstliegender Stand der Technik gegenüber dem Gegenstand des Anspruchs 1 angesehen. Es offenbart:

eine Elektromechanische Bremsvorrichtung (2) für ein Kraftfahrzeug, umfassend eine elektromotorische Stellvorrichtung (10) und ein damit verbundenes Bremssteil, das von der Stellvorrichtung (10) verstellbar und mit einem Gegenbremssteil in Bremsengriff bringbar ist,

wobei die Stellvorrichtung (10) mindestens einen Stelltrieb (11,12) aufweist,

wobei der Stelltrieb (11,12) eine Kugelrampenordnung (Abst.66) umfassend zwei Kurvenscheiben aufweist,

wobei die Kurvenscheiben von einem elektrischen Stellmotor (Abst.46) um eine Achse (A) relativ zueinander drehend antreibbar sind, und

einander axial gegenüberliegende, schräg zu der Achse (A) liegende Laufbahnen (52) aufweisen, zwischen denen jeweils abwälzbar eine Kugel (51) angeordnet ist,

wobei die Laufbahnen (52) ein zumindest abschnittsweise gerundetes Querschnittsprofil mit einem Laufbahnradius aufweisen, und die Kugel (51) einen Kugeldurchmesser aufweist.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 unterscheidet sich somit von der bekannten Bremsvorrichtung dadurch, dass zwischen dem Laufbahnradius (r_g) und dem Kugeldurchmesser (D_b) ein Verhältnis (C) größer als 0,5 ausgebildet ist, und ist daher neu.

Die mit der vorliegenden Erfindung zu lösende Aufgabe kann somit darin gesehen werden: eine verbesserte Funktion mit einer optimierten Rückstellcharakteristik zu realisieren.

Die in Anspruch 1 der vorliegenden Anmeldung vorgeschlagene Lösung kann aus folgenden Gründen nicht als erfinderisch angesehen werden:

Dokument D2 (Fig.3-6 und Abstz.87) beschreibt hinsichtlich des Merkmals "wobei zwischen dem Laufbahnradius (r_g) und dem Kugeldurchmesser (D_b) ein Verhältnis (C) größer als 0,5 ausgebildet ist", dieselben Vorteile wie die vorliegende Anmeldung. Der Fachmann würde daher die Aufnahme dieses Merkmals in die in D1 beschriebene Bremsvorrichtung als eine übliche, konstruktive Maßnahme zur Lösung der gestellten Aufgabe ansehen.

Abhängige Ansprüche

Die zusätzlichen Merkmale der Ansprüche 2-7, 10 sind auch aus die Kombination D1 + D2 offenbart, oder handelt es sich nur um eine von mehreren naheliegenden Möglichkeiten, aus denen der Fachmann ohne erfinderisches Zutun den Umständen entsprechend eine wählen würde, um die gestellte Aufgabe zu lösen.

Ansprüche 2-7: offensichtliche Möglichkeit.

Anspruch 10: D1, Fig.1

Die abhängigen Ansprüche 2-7 and 10 enthalten keine Merkmale, die in Kombination mit den Merkmalen eines Anspruchs, auf den sie rückbezogen sind, die Erfordernisse in Bezug auf erfinderische Tätigkeit erfüllen,

Die in den abhängigen Ansprüchen 8,9,11,12 enthaltene Merkmalskombination ist aus dem vorliegenden Stand der Technik weder bekannt noch wird sie durch ihn nahegelegt. Die Gründe dafür sind die folgenden:

im verfügbaren Stand der Technik findet der Fachmann weder eine Lehre noch einen Hinweis, um zu der vorgeschlagenen Lösung zu gelangen.