

(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
22. Dezember 2011 (22.12.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/157694 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F16D 65/092 (2006.01) F16D 65/56 (2006.01)
F16D 65/14 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/059818

(22) Internationales Anmeldedatum:
14. Juni 2011 (14.06.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102010024075.3 17. Juni 2010 (17.06.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): KNORR-BREMSE SYSTEME FÜR NUTZFAHRZEUGE GMBH [DE/DE]; Moosacher Str. 80, 80809 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): MILLER, Bernhard [DE/DE]; Schwalbenstr. 32, 71263 Weil der Stadt (DE).

(74) Anwalt: MATTUSCH, Gundula; c/o KNORR-BREMSE AG, Moosacher Str. 80, 80809 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DISC BRAKE OF HYDRAULIC SELF-ENERGIZING DESIGN WITH FORCE TRANSMISSION UNIT

(54) Bezeichnung : SCHEIBENBREMSE IN HYDRAULISCHER SELBSTVERSTÄRKENDER BAUART MIT KRAFTÜBERTRAGUNGSEINHEIT

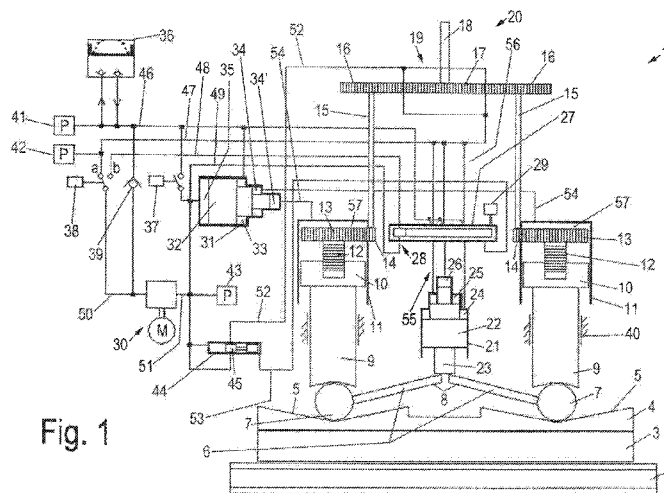


Fig. 1

(57) Abstract: A disc brake (1) of self-energizing design, having a brake-internal hydraulic arrangement with a supply circuit and an expansion vessel; a brake application device having at least one brake application cylinder for applying at least one brake lining in the direction of a brake disc (2); at least one force transmission unit (7) which supports the at least one brake lining at a wedge angle on the brake application device; at least one tangential-force absorbing cylinder (21) for switching over the wedge angle, which tangential-force absorbing cylinder (21) is operatively connected to at least one force transmission unit (7); an electric-motor actuator which acts on the brake application device via the hydraulic arrangement; and a control unit which is provided to control the switchover of the wedge angle between the tangential-force absorbing cylinder (21) and the electric-motor actuator, wherein the at least one force transmission unit (7) has a deflection lever (6) and a shoulder element (60) which is attached to the latter, wherein the deflection lever (6) and the shoulder element (60) have rolling surfaces which are in contact with respective corresponding rolling surfaces of a brake application element of the at least one brake application cylinder (11) and a support device (5) of the brake lining (3), and wherein the deflection lever (6) has a pressure section (8) with a rolling surface which is in operative connection with the at least one tangential-force absorbing cylinder (21).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2011/157694 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **Veröffentlicht:**
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

Eine Scheibenbremse (1) in selbstverstärkender Bauart, mit einer bremseninternen Hydraulikanordnung mit einem Vorratskreis und einem Ausdehnungsgefäß; einer Zuspännvorrichtung mit zumindest einem Zuspännzylinder zum Zuspännen zumindest eines Bremsbelags in Richtung einer Bremsscheibe (2); zumindest einer Kraftübertragungseinheit (7), welche den zumindest einen Bremsbelag unter einem Keilwinkel an der Zuspännvorrichtung abstützt; zumindest einem Tangentialkraftaufnahmezylinder (21) zur Keilwinkelumschaltung, der mit der zumindest einen Kraftübertragungseinheit (7) in Wirkungsverbindung steht; einem elektromotorischen Aktuator, welcher auf die Zuspännvorrichtung über die Hydraulikanordnung einwirkt; und einer Steuereinheit, welche zur Steuerung der Keilwinkelumschaltung zwischen dem Tangentialkraftaufnahmezylinder (21) und dem elektromotorischen Aktuator vorgesehen ist, wobei die zumindest eine Kraftübertragungseinheit (7) einen Umlenkhebel (6) und ein daran angebrachtes Schulterelement (60) aufweist, wobei der Umlenkhebel (6) und das Schulterelement (60) Abrollflächen aufweisen, die in Kontakt mit jeweiligen korrespondierenden Abrollflächen eines Zuspännelementes des zumindest einen Zuspännzylinders (11) und einer Auflagereinrichtung (5) des Bremsbelags (3) stehen, und wobei der Umlenkhebel (6) einen Druckabschnitt (8) mit einer Abrollfläche aufweist, die in Wirkungsverbindung mit dem zumindest einen Tangentialkraftaufnahmezylinder (21) steht.

5

Scheibenbremse in hydraulischer selbstverstärkender Bauart mit Kraftübertragungseinheit

10

Die Erfindung betrifft eine Scheibenbremse in hydraulischer selbstverstärkender Bauart mit einer Kraftübertragungseinheit.

15

Eine Scheibenbremse mit elektromotorischem Aktuator in selbstverstärkender Bauart und bremseninterner Hydraulikanordnung ist in der Anmeldeschrift WO 2007/045430 A1 der Anmelderin beschrieben.

20

Eine derartige Scheibenbremse ist mit einem erheblichen Teileaufwand und entsprechenden Kosten verbunden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, eine gattungsgemäße Scheibenbremse zu verbessern.

25

Damit kann eine Scheibenbremse realisiert werden, welche den Aufbau einer kompakten Scheibenbremse mit geringerer Teilezahl als im Stand der Technik ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

30

Die Scheibenbremse ist mit zumindest einer Kraftübertragungseinheit ausgerüstet, die einen Umlenkhebel und ein daran angebrachtes Schulterelement aufweist. Der Umlenkhebel und das Schulterelement weisen Abrollflächen auf, die in Kontakt mit jeweiligen korrespondierenden Abrollflächen eines Zuspannelementes des zumindest einen Zuspannzylinders und einer Auflagereinrichtung des Bremsbelags stehen, und wobei der Umlenkhebel einen Druckabschnitt mit einer Abrollfläche aufweist, die in Wirkungsverbindung mit dem zumindest einen Tangentialkraftaufnahmezylinder steht.

35

So ist in einfacher Weise eine Scheibenbremse mit einer Kraftübertragungseinheit geschaffen, welche ein Element zur Übertragung von Zuspannkräften und ein Element zur Übertragung von Tangentialkräften aufweist, wobei durch die Ausgestaltung von

5 in Kontakt stehenden Abrollflächen Reibungsverluste reduziert sind und die Robustheit erhöht wird..

Eine Scheibenbremse in selbstverstärkender Bauart umfasst Folgendes: eine bremseninterne Hydraulikanordnung mit einem Vorratskreis und einem Ausdehnungsgefäß;
10 eine Zuspännvorrichtung mit zumindest einem Zuspännzylinder zum Zuspännen zumindest eines Bremsbelages in Richtung einer Bremscheibe; zumindest eine Kraftübertragungseinheit, welche den zumindest einen Bremsbelag unter einem Keilwinkel an der Zuspännvorrichtung abstützt; zumindest einen Tangentialkraftaufnahmezylinder zur Keilwinkelumschaltung, der mit der zumindest einen Kraftübertragungseinheit in
15 Wirkungsverbindung steht; einen elektromotorischen Aktuator, welcher auf die Zuspännvorrichtung über die Hydraulikanordnung einwirkt; und eine Steuereinheit, welche zur Steuerung der Keilwinkelumschaltung zwischen dem Tangentialkraftaufnahmezylinder und dem elektromotorischen Aktuator vorgesehen ist, ist dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Kraftübertragungseinheit einen Umlenkhebel und ein
20 daran angebrachtes Schulterelement aufweist, wobei der Umlenkhebel und das Schulterelement Abrollflächen aufweisen, die in Kontakt mit jeweiligen korrespondierenden Abrollflächen eines Zuspännelementes des zumindest einen Zuspännzylinders und einer Auflagereinrichtung des Bremsbelags stehen, und wobei der Umlenkhebel einen Druckabschnitt mit einer Abrollfläche aufweist, die in Wirkungsverbindung mit dem
25 zumindest einen Tangentialkraftaufnahmezylinder steht.

Bei zwei und mehr Zuspännzylindern kann ein Verteilerzylinder zur Druckverstärkung zwischen dem elektromotorischen Aktuator und der Zuspännvorrichtung in Reihe angeordnet sein. Dieser bietet auch den Vorteil, einen Schrägverschleiß der Bremsbeläge
30 auszugleichen und ein Druckniveau zwischen dem Tangentialaufnahmezylinder und dem Verteilerzylinder zu senken.

Eine besonders große Reduzierung von Reibung der in Zusammenwirkung stehenden Funktionseinheiten wird dadurch erzielt, dass der Umlenkhebel einen Zahnabschnitt
35 aufweist, welcher zur Zusammenwirkung mit einem Zahngegenstück des Zuspännelementes vorgesehen ist. Die Zahnkontur ist so gewählt, dass sich diese Verzahnung auf beiden Seiten wie zwei ineinander laufende Zahnräder verhält. Das bedeutet, dass die gleichen reibungsarmen Vorgänge wie beim Abwälzen von Zahnflanken aufeinander auftreten.

5

Das Zahngegenstück kann ein separates Bauteil zum Anbringen an das zumindest eine Zuspannelement sein. Dadurch ist eine Bearbeitung zur Erstellung der Verzahnung separat auf einer entsprechenden Maschine möglich.

10 Auch die Auflagereinrichtung kann mit einem Abschnitt ausgebildet sein, der zum Beispiel als Zahn hergestellt ist. Zwischen diesem und einem Kraftüberleitungsabschnitt des Hebels und einer damit verbundene Schulter kann ein Rollenelement angeordnet sein, welches auf der Oberfläche abrollt.

15 Es ist bevorzugt, dass die Schulter des Umlenkhebels eine ebene Oberfläche aufweist und der Auflagerabschnitt der Auflagereinrichtung, insbesondere in einer Ausbildung als Zahn, eine gekrümmte Oberfläche besitzt. Aber auch Kombinationen sind möglich: Die Schulter des Umlenkhebels kann eine ebene oder gekrümmte Oberfläche aufweisen, wobei der Auflagerabschnitt der Auflagereinrichtung ebenfalls eine gekrümmte
20 oder ebene Oberfläche besitzt.

Die Krümmungen dieser Oberflächen können so berechnet sein, dass sie exakt harmonisch mit Abrollbewegungen auf der Auflagereinrichtung übereinstimmt.

25 Ein Wälzpunkt, in dem ein gleitfreies Abwälzen erfolgt, zwischen der zumindest einen Kraftübertragungseinheit, dem zumindest einen Zuspannzylinder und der Auflagereinrichtung des Bremsbelags kann so gewählt sein, dass er bei einem Drittel einer tangentialen Maximalauslenkung des Bremsbelags liegt. Somit ergibt sich bei einem Drittel der Maximalauslenkung keine Relativverschiebung, zum Beispiel zwischen Zahn und
30 Gegenkontur. Das ist vorteilhaft, da bei einem Drittel der Maximalauslenkung, das heißt bei einem Drittel einer maximalen Zuspannkraft, in der Häufigkeitsverteilung von Bremszustellungen die größte Zahl von Bremsbetätigungen auftritt, während eine maximale Zuspannkraft relativ selten vorkommt.

35 Ein solcher Wälzpunkt kann natürlich auch in der Ausführung vorhanden sein, in welcher der Umlenkhebel den Zahnabschnitt aufweist, der zur Zusammenwirkung mit dem Zahngegenstück des Zuspannelementes vorgesehen ist.

- 5 Das Schulterelement kann mit dem Umlenkhebel über eine federnde Tellerfederver-
schraubung verbunden sein. Dadurch wird gewährleistet, dass auch bei aufgeweiteten
Fertigungstoleranzen kein Rutschen mit erhöhter Reibung während eines Abrollens
vorkommt.
- 10 Das Schulterelement kann zur Zusammenwirkung mit dem zumindest einen Zuspann-
zylinder und der Auflagereinrichtung des Bremsbelags Abschnitte zur Zuspannkraft-
übertragung aufweisen. Diese Abschnitte können mit Abrollflächen versehen sein,
wodurch eine Reibung reduziert ist. Außerdem ist dadurch eine Kraftaufteilung er-
möglicht, wobei das Schulterelement vorzugsweise Zuspannkräfte und der Umlenkhe-
15 bel Tangentialkräfte übertragen.

In einer Ausführung kann das Schulterelement eine Einschnürung zur Bildung einer
geringfügigen Elastizität aufweisen. Hierdurch wird ein Abrollen ohne Rutschen er-
möglicht.

20

Das Schulterelement besitzt gegenüber dem Umlenkhebel eine Bewegungsfreiheit,
welche vorteilhaft gleichzeitig eine rutschfreie Abrollbewegung der vertikalen Zu-
spannkraft mittels des Schulterelementes und der horizontalen Bremskraft mittels des
Rollenelementes ermöglicht.

25

- Die Scheibenbremse kann außerdem eine Nachstelleinrichtung zur Nachstellung eines
Bremsbelagverschleißes umfassen, wobei die Nachstelleinrichtung eine verstellbare
Schraubspindel, die in Wirkverbindung mit der Zuspannvorrichtung zur Nachführung
des zumindest einen Bremsbelages steht und mit dem elektromotorischen Aktuator
30 zum Antrieb koppelbar ist, und einen Nachstellkolben aufweist, der in dem Tangenti-
alkraftaufnahmezylinder bei Nachführung des zumindest einen Bremsbelages hydrau-
lisch verstellbar ist.

- In einer weiteren Ausführung, die auch Gegenstand einer separaten Anmeldung sein
35 kann, ist vorgesehen, dass die Steuereinheit mit dem Vorratskreis und mit einem Zwi-
schenkreis verbunden ist, wobei der elektromotorischen Aktuator über ein Ansaugven-
til mit dem Vorratskreis verbunden ist, und über ein Umschaltventil in einer ersten
Stellung mit dem Zwischenkreis verbindbar ist.

5 Dabei ist es möglich, dass in der ersten Stellung des Umschaltventils eine Änderung einer Bremszustellung nur durch Verstellen des elektromotorischen Aktuators durchführbar ist. Die Steuereinheit kann in Zusammenwirkung mit einem Aufnahmeestufenkolben des Tangentialkraftaufnahmezylinders zur Auswahl eines einem momentanen Reibwert des Bremsbelags am nächsten liegenden wirksamen Keilwinkels ausgebildet sein.

Ein besonderer Vorteil dabei ist, dass die Bremskraft nur durch eine Verstellung einer Steuerscheibe, die zum Beispiel als Lochscheibe ausgebildet sein kann, erhöht oder verringert werden kann. Dabei kann diese Steuerscheibe mit dem Aufnahmeestufenkolben des Tangentialkraftaufnahmezylinders in Verbindung stehende Druckkammern mit dem Vorratskeis und/oder dem Zwischenkreis wahlweise verbinden.

Eine besondere Abstufung von Keilwinkeln ist dadurch ermöglicht, dass die wahlweise Verbindung der Druckkammern mit dem Vorratskeis und/oder dem Zwischenkreis nach dem Wirkprinzip einer binären Codierung in sieben Stufen mit steigender wirksamer Kolbenfläche des Aufnahmestufenkolbens schaltbar ist.

Der elektromotorische Aktuator kann über das Umschaltventil in einer zweiten Stellung mit dem hydraulischen Steuerantrieb der Steuereinheit verbindbar ist, um die wahlweisen Verbindungen zum Zweck der Wahl eines flacheren oder steileren Keilwinkels zu schalten. Dabei erfüllt er eine zusätzliche Funktion und spart Raum ein. Beim Umschalten kann z.B. eine Pumpensaugleitung des Aktuators mit einer Pumpendruckleitung blockiert sein. Dann ist während des kurzen Umschaltvorgangs keine Änderung einer Bremszustellposition möglich.

In vorteilhafter Weise kann außerdem vorgesehen sein, dass zur Stromeinsparung bei längerem gleichmäßigen Bremsen trotz eines bestehenden Differenzdrucks am elektromotorischen Aktuator dessen Elektromotor stromlos geschaltet werden kann, indem das Umschaltventil aus der ersten Stellung in die zweite Stellung umgeschaltet ist

Damit eine momentan gewählte Bremszustellposition unverändert bleibt, kann die Steuereinheit weitere Schaltstellungen aufweisen, so dass zwischen jeder der wahlweisen Verbindungen bzw. jedem der möglichen schaltbaren Keilwinkel eine Sperrstel-

5 lung existiert, in welcher die Druckkammern und Verbindungen zu dem Vorratskeis und/oder dem Zwischenkreis abgesperrt sind.

Während der gesamten Dauer einer Bremsung steht der elektromotorische Antrieb nur mit dem Steuerantrieb der Steuereinheit in Wirkverbindung.

10

In einer weiteren Ausführung kann vorgesehen sein, dass während konstanter Bremszustellposition die Loch- oder Steuerscheibe in einer Sperrstellung steht, welche sich zwischen einem gegenüber aktuellem Keilwinkel mehr überkritischen und einem mehr unterkritischen Keilwinkel befindet, und dass in dieser Stellung der elektromotorische

15 Aktuator stromlos ist.

Bei einem Wunsch nach einer etwas stärkeren Bremszustellung kann mittels des elektromotorischen Aktuators und des Steuerantriebs die Loch- bzw. Steuerscheibe derart verstellbar sein, dass diese Loch- bzw. Steuerscheibe in Wirkweise eines Proportional-

20 ventils aus der Sperrstellung langsam in Richtung der Stellung eines überkritischen Keilwinkels verstellt wird. Bei einem gegenteiligen Wunsch wird diese Loch- bzw. Steuerscheibe in ähnlicher Weise aus der Sperrstellung langsam in Richtung der Stellung eines unterkritischen Keilwinkels verstellt.

25 Außerdem kann die bremseninternen Hydraulikanordnung zum Zweck eines schnellen LöSENS der Bremse, zum Beispiel im Falle eines Fehlers oder bei fehlender Versorgungsspannung der Bremse, ein stromlos durchschaltendes Löseventil für ein sofortiges und zuverlässiges Lösen der Bremse aufweisen.

30 Nachfolgend wird die Erfindung anhand der in den schematischen Figuren der Zeichnung angegebenen Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigt dabei:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Scheibenbremse;

35

Fig. 2 eine schematische Teilschnittdarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Scheibenbremse in einer Normalstellung;

- 5 Fig. 3 eine schematische Teilschnittdarstellung des zweiten Ausführungsbeispiels nach Fig. 2 in einer maximalen Bremszustellung;
- Fig. 4 eine schematische Teilschnittdarstellung des zweiten Ausführungsbeispiels nach Fig. 2 in einer Normalstellung mit maximalem Verschleiß;
- 10 Fig. 5 eine schematische Perspektivansicht des zweiten Ausführungsbeispiels nach Fig. 2;
- Fig. 6 eine schematische Perspektivansicht eines Ausschnitts aus Fig. 5;
- 15 Fig. 7 eine schematische Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Kraftübertragungseinheit;
- Fig. 8 eine schematische Längsschnittansicht der erfindungsgemäßen Kraftübertragungseinheit nach Fig. 7;
- 20 Fig. 9 eine schematische perspektivische Ansicht eines Bremsbelags mit der erfindungsgemäßen Kraftübertragungseinheit; und
- 25 Fig. 10 eine weitere perspektivische Ansicht eines Bremsbelags mit zwei erfindungsgemäßen Kraftübertragungseinheiten und einem Nachstellkolben.

Bauteile mit gleicher oder ähnlicher Funktion sind mit gleichen Bezugszeichen versehen, sofern nicht anders angegeben.

30

Mit dem Begriff „Öl“ ist hier Hydraulikflüssigkeit gemeint.

- Fig. 1 ist eine schematische Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Scheibenbremse 1. Fig. 1 wird im Zusammenhang mit Fig. 2 und Fig. 3 beschrieben. Fig. 2 zeigt eine schematische Teilschnittdarstellung eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Scheibenbremse in einer Normalstellung; und Fig. 3 illustriert eine schematische Teilschnittdarstellung des zweiten Ausführungsbeispiels nach Fig. 2 in einer maximalen Bremszustellung.
- 35

5 Die Scheibenbremse 1 weist einen Bremssattel 40 auf, welcher eine Bremsscheibe 2
übergreift. Beiderseits der Bremsscheibe 2 ist jeweils ein Bremsbelag 3, 3' mit Brems-
belagträger 4 angeordnet, wobei der in Fig. 2 unten gezeigte Bremsbelag 3' (nicht in
Fig. 1 dargestellt) am Bremssattel 40 anliegt und der andere Bremsbelag 3 mit einer
Zuspannvorrichtung in Wirkverbindung steht. Die Achse der Bremsscheibe 2 ist nicht
10 gezeigt und verläuft, wie leicht vorstellbar ist, vertikal nach oben unterhalb der Bild-
ebene. Eine Vorwärtsbewegung eines Fahrzeugs, welchem die Scheibenbremse 1 zu-
geordnet ist, soll in den Fig. 1 bis 3 nach links verlaufen, wobei sich die Bremsscheibe
2 dann nach links dreht.

15 Der Belagträger 4 ist hier mit zwei keilförmigen Auflagereinrichtungen 5 ausgebildet,
wobei sie unter einem Keilwinkel an der Zuspannvorrichtung abgestützt sind, mit wel-
cher sie jeweils über eine Kraftübertragungseinheit 7 mit jeweils einem Zuspannele-
ment 9 in Wirkverbindung stehen. Die Zuspannelemente 9 sind an ihrem oberen Ende
jeweils mit einem Zuspannkolben 10 eines Zuspannzylinders 11 verbunden. Die Zu-
20 spannzylinder 11 sind so nebeneinander angeordnet, dass eine gleichmäßige Anpres-
sung der Bremsbeläge 3, 3' an die Bremsscheibe 2 beim Zuspinnen erfolgen kann.

In die Zuspannkolben 10 ist jeweils in Längsrichtung eine Schraubspindel 12 mit Ge-
winde eingeschraubt. Die Schraubspindeln 12 sind an ihren oberen Enden jeweils mit
25 einem Schraubspindelrad 13 versehen, wobei jedes Schraubspindelrad 13 mit einem
Nachstellritzel 14 in Eingriff steht. Die Nachstellritzel 14 sind jeweils über Nachstell-
wellen 15 mit Nachstellwellenrädern 16 drehfest verbunden, welche gemeinsam mit
einem Nachstellantriebsrad 17 in Eingriff sind. Das Nachstellwellenrad 16 und das
Nachstellantriebsrad 17 sind zum Beispiel als hydraulisch betriebener Zahnradmotor
30 19 ausgebildet und hier mit einer Notlöseeinrichtung 18 ausgerüstet, welche zur Betä-
tigung des Nachstellantriebsrads 17 zum Beispiel mittels eines Werkzeugs verstellbar
ist. Die Nachstellräder 13, 14, 16 und 17 weisen zum Beispiel Verzahnungen auf und
werden zur Verschleißnachstellung der Bremsbeläge 3, 3' verwendet, was weiter unten
noch näher erläutert wird. Die Nachstellräder 13, 14, 16 und 17, die Notlöseeinrich-
35 tung 18, die Nachstellwellen 15 und der Zahnradmotor 19 bilden zusammen mit den
Schraubspindeln 12 eine Nachstelleinrichtung 20 der Scheibenbremse 1. Alternativ
kann die Nachstellwelle 15 mit der jeweiligen Schraubspindel 12 identisch sein, so
dass die Zahnräder Schraubspindelrad 13 und Nachstellritzel 14 entfallen, wobei die
beiden Nachstellantriebsräder Nachstellwellenrad 16 und Nachstellantriebsrad 17 ei-

5 nen etwas größeren Außendurchmesser aufweisen, während gleichzeitig das Nachstellantriebsrad 17 einen kleinen Außendurchmesser besitzt.

Rückholfedern 12a sind jeweils zwischen Bremsattel 40 und Schraubspindeln 12 in Längsrichtung der Schraubspindeln 12 angeordnet und ziehen den Bremsbelag 3, 3' von der Bremsscheibe 2 in der in Fig. 2 gezeigte Normalstellung auf ein bestimmtes so
10 genanntes Lüftspiel zurück. Weitere Federn (nicht dargestellt) sind zum Zusammenhalten von Zuspannkolben 10 und Bremsbelag 3 vorgesehen.

Die Kraftübertragungseinheiten 7 weisen jeweils einen Umlenkhebel 6 auf, wobei sich
15 die Umlenkhebel 6 gegenüberstehen und Druckabschnitte 8 mit einem Stößel 23 eines Tangentialkraftaufnahmezylinders 21 in Wirkverbindung stehen. Der Stößel 23 ist hier Teil eines Aufnahmestufenkolbens 22, der mit dem Tangentialkraftaufnahmezylinder 21 erste bis dritte Druckkammern 24, 25 und 26 festlegt. In bevorzugter Ausführung (Fig. 2...4) umfassen die Kraftübertragungseinheiten 7 jeweils ein Schulterelement 60
20 und ein Rollenelement 66. Diese werden weiter unten noch ausführlich beschrieben und erläutert.

Die Druckkammern 24, 25 und 26 sind jeweils über Zwischenleitungen 55 an eine Steuereinheit 27 angeschlossen, welche Bestandteil eines Hydrauliksystems der Scheibenbremse 1 ist. Dieses Hydrauliksystem wird nun anhand der Fig. 1 näher erläutert.
25

Ein elektromotorischer Aktuator 30, zum Beispiel ein Elektromotor mit einer Zahnradpumpe, ist über eine Pumpensaugleitung 50 mit einem Ansaugventil 39, zum Beispiel ein Richtungsventil, an einen Vorratskreis 46 angeschlossen. Der Vorratskreis 46
30 steht einerseits mit einem Ausdehnungsgefäß 36 und einem ersten Drucksensor 41 in hydraulischer Verbindung. Andererseits ist der Vorratskreis 46 über ein Löseventil 37 mit einer Pumpendruckleitung 51 des elektromotorischen Aktuators 30 verbindbar. Weiterhin ist der Vorratskreis 46 an die Steuereinheit 27 und eine Vordruckkammer 33 eines Verteilerzylinders 31 angeschlossen.
35

Der Vorratskreis 46 ist zum Beispiel mit einem Vorratsdruck von ca. 1 bis 4 bar beaufschlagt.

5 Der elektromotorische Aktuator 30 steht außerdem über die Pumpendruckleitung 51 mit einer Eingangsdruckkammer 35 des Verteilerzylinders 31 und einem Hydraulikschalter 44 in Verbindung. An die Pumpendruckleitung 51 schließt sich ferner eine Steuerantriebsdruckleitung 49 an, welche zu einem Steuerantrieb 28 der Steuereinheit 27 führt. Eine Steuerantriebsrückleitung 48 ist zwischen dem Steuerantrieb 28 und
10 einer zweiten Stellung b eines Umschaltventils 38 angeschlossen. Eine hier geschlossene, d.h. erste Stellung a des Umschaltventils 38 verbindet die Pumpenansaugleitung 50 mit einem Zwischenkreis 47, welcher an der Steuereinheit 27 über Verbindungsleitungen 56 angeschlossen ist. Ferner ist der Zwischenkreis 47 mit dem Zahnradmotor 19 der Nachstelleinrichtung 20 verbunden, wobei eine Zahnradmotordruckleitung 52
15 den Zahnradmotor 19 druckseitig mit dem Hydraulikschalter 44 verbindet. Der Hydraulikschalter 44 ist außerdem über eine Hydraulikschalter-Steuerleitung 53 mit der Steuereinheit 27 verbunden.

Die Steuereinheit 27 ist zum Beispiel eine tellerförmige verdrehbare Steuerscheibe mit
20 Steuerbohrungen, welche unterschiedliche Funktionen der Scheibenbremse 1 in unterschiedlichen Betriebszuständen übernehmen und Steueraufgaben ausführen. Diese Steuerscheibe ist zum Beispiel mit einem hydraulischen Zahnradmotor als Steuerantrieb 28 gekoppelt. Die Steuerscheibe steht außerdem mit einem Steuermelder 29 in Wirkverbindung, welcher die Drehwinkelposition der Steuerscheibe sensiert und an
25 ein Steuergerät meldet. Ein übergeordnetes, z. B. elektronisches Bremssteuergerät (nicht gezeigt) steuert und regelt die Bremsvorgänge und -zustände der Scheibenbremse 1. Dazu steuert es die Ventile 37 und 38, welche z. B. Elektromagnetventile sind, und den elektromotorischen Aktuator 30. Das Steuergerät kommuniziert auch mit dem ersten Drucksensor 41 sowie mit weiteren Drucksensoren, von denen ein zweiter
30 Drucksensor 42 einen Druck im Zwischenkreis 46 ermittelt. Ein dritter Drucksensor 43 dient zur Druckermittlung eines Drucks in der Pumpendruckleitung 51, wobei dieser Druck in den Sensoren 42, 43 bis zu 130 bar betragen kann.

Die Steuerscheibe kann in einer Ausführungsart acht Schaltstellungen besitzen um
35 eine Auswahl von sieben unterschiedlichen Keilwinkeln zu ermöglichen.

In einer zweiten Ausführungsart befindet sich zwischen jeder der acht Schaltstellungen eine Stellung, in welcher alle Verbindungsleitungen 55 des Aufnahmestufenkolbens 22 abgesperrt sind. Damit ist eine Ansteuerung der Bremskraft allein mittels einer Um-

5 schaltung zwischen über- bzw. unterkritischem Keilwinkel möglich. Durch die Möglichkeit einer porportionalen Verstellung der Schaltquerschnitte sowie einer Sperrstellung zwischen jedem der acht Schaltstellungen, ist es möglich, nur durch Verdrehen der Steuerscheibe die Bremskraft zu erhöhen bzw. zu verringern.

10 Der Verteilerzylinder 31 weist einen Stufenkolben 32 zur Druckverstärkung, Synchronisation und gleichmäßigen Beaufschlagung der Zuspannzylinder 11 mit einem Zuspanddruck von bis ca. 350 bar auf. Dazu bildet der Stufenkolben 32 mit dem Zuspandzylinder 11 Hockdruckkammern 34, 34', welche jeweils über eine Hochdruckleitung 54 mit den Zuspannzylindern 11 in Verbindung stehen.

15 In Ausgangsstellung des Kolbens (linker Anschlag) sind beide Druckkammern 34, 34' mit der Vordruckkammer verbunden, indem der Stufenkolben 32 gegenüber dem Zylinderraum 31 etwas verkürzt ausgeführt ist. Dadurch können die beiden Zuspandkolben 10 in ihrer Ruheposition (auf Anschlag zurückgezogen) hydraulisch neu abgeglichen werden. Gleichzeitig dient dies der Rückführung von überschüssigem Öl aus den
20 Zuspandzylindern 11 in das Ausdehnungsgefäß 36, bei einem Belagwechsel, wenn die Zuspandkolben 10 wieder ganz zurückgefahren werden.

Das Ausdehnungsgefäß 36 kann als eine Art Wechselkartusche ähnlich jetzigen
25 marktüblichen Ölfiltern in Kraftfahrzeugmotoren ausgeführt sein. Damit kann ein schneller Wechsel des Hydrauliköls vorgenommen werden.

Da in jedem Hydrauliksystem das Ausfiltern von Schmutzpartikeln von großer Bedeutung für die Haltbarkeit des Öls ist, kann das kartuschenartige Ausgleichsgefäß mit
30 einem Ölfilter ausgestattet sein. Hierzu ist es dienlich, dass die Verbindungsleitung zum Ausdehnungsgefäß aus zwei einzelnen Leitungen besteht, welche jeweils mit einem Durchflußrichtungsventil ausgestattet sind. Durch antiparallele Flussrichtung dieser beiden Rückflussverhinderer kann erzwungen werden, dass mit jeder Volumenänderung des Ausdehnungsgefäßes jegliches ein- und/oder ausfließende Öl durch diesen
35 Ölfilter geleitet wird. Mit dem Wechseln des kartuschenartigen Ausdehnungsgefäßes kann auch der Ölfilter mitgewechselt werden.

Die Scheibenbremse 1 ist eine hydraulische selbstverstärkende Scheibenbremse, deren Funktion nun erläutert wird.

5

Bei einem Bremsbeginn wird mittels des elektromotorischen Aktuators 30 über das Ansaugventil 39 Hydraulikflüssigkeit aus dem Vorratskreis 46 und dem Ausdehnungsgefäß 36 angesaugt. Dabei erhöht der elektromotorische Aktuator 30 den Druck in der Pumpendruckleitung 51, wodurch der Stufenkolben 32 des Verteilerzylinders 31
10 verstellt wird und die Zuspännzylinder 11 mit Druck beaufschlagt. Somit werden die Bremsbeläge 3, 3' durch die Zuspännelemente 9 über die Kraftübertragungseinheiten 7 gegen die Bremsscheibe 2 gedrückt, bis ein Selbstverstärkungsprozess eingeleitet ist.

Dabei verschiebt sich der Bremsbelag 3 aufgrund von Reibung in Fig. 3 nach links
15 gegen einen Anschlag des Bremssattels 40. Durch diese horizontale bzw. tangentielle Auslenkung des Bremsbelags 3 infolge überkritischen mechanischen Keilwinkels der Auflagereinrichtung 5 bewegt sich einer der beiden Umlenkhebel 6 nach oben. Die linke Kraftübertragungseinheit 7 als Umlenkhebel 6 wird nach unten und die rechte Kraftübertragungseinheit 7 als weiterer Umlenkhebel 6 nach oben geschwenkt. Die
20 Umlenkhebel 6 werden durch die so erzeugte Tangentialkraft verschwenkt. Der rechte Umlenkhebel 6 lenkt die Tangentialkraft in eine Vertikalkraft um, welche über seinen Druckabschnitt 8 auf den Stößel 23 des Tangentialkraftaufnahmezylinders 21 übertragen wird. Dabei dient eine Druckplatte 23a zur reibungsfreien Kraftübertragung, indem die Oberkante des Umlenkhebels 6 in einer Linienberührung auf der Unterseite
25 der Druckplatte 23a abrollt. Gleichzeitig rollt die Druckplatte 23a an deren Oberseite ebenfalls in einer um horizontal ca. 90° versetzten Linienberührung, gegenüber dem Stößel ab. Damit kann der während einer Bremsung sich horizontal räumlich bewegend
Bremmsbelag reibungsfrei seine Vertikalkraft auf den Aufnahmestufenkolben übertragen.

30

Die Bremskräfte werden über die beiden Kraftübertragungseinheiten 7 übertragen. Auf der rechten Seite werden diese über die Zuspännzylinder 11 in den Bremssattel 40 eingeleitet. Auf der linken Seite überträgt der Umlenkhebel 6 mit seinem zwischen dem Zuspännelement 9 und der Auflagereinrichtung 5 angeordneten Abschnitt die Zuspännkraft des linken Zuspännzylinders 11, sowie durch seine parallel, jedoch schräg
35 verlaufenden Abrollflächen 5 auch einen Teil der Bremskräfte. Auf der rechten Seite übernimmt die Übertragung der Zuspännkraft des rechten Zuspännzylinders 11 ein Schulterelement 60 der rechten Kraftübertragungseinheit 7. Fährt das nicht gezeigte Fahrzeug rückwärts, kehrt sich der oben beschriebenen Vorgang um, wie leicht zu ver-

5 stehen ist, und der linke Umlenkhebel 6 überträgt die Tangentialkraft auf den Tangentialkraftaufnahmezylinder 21. Eine ausführliche Beschreibung der Kraftübertragung von Zuspännkräften und Tangentialkräften durch die Kraftübertragungseinheiten erfolgt weiter unten im Zusammenhang mit den Figuren 7 bis 10.

10 Die Steuerscheibe der Steuereinheit 27 wird dabei über den Steuerantrieb 28 so eingestellt, dass die Druckkammern 24, 25 und 26 des Tangentialkraftaufnahmezylinders 21 in sieben unterschiedlichen Kombinationen entweder mit dem Vorratskreis 46 und/oder mit dem Zwischenkreis 47, welcher über das Umschaltventil 38 mit der Pumpenansaugleitung 50 verbunden ist, verbindbar sind. Damit kann die Scheiben-

15 bremsse 1 an einen momentanen Reibwert angepasst werden. Verschiedene, so genannte Keilwinkel, sind einstellbar, indem die wirksamen Flächen der drei Druckkammern 24, 25, 26 vorzugsweise im Verhältnis 2:1 und (damit 1/7, 2/7, 4,7) ausgebildet sind. Durch binäres Kombinieren der aktiven Flächen lassen sich sieben unterschiedlich große Wirkflächen dieses Stufenkolbens 22 herstellen. Messwerte zur Ermittlung des momentanen Reibwertes liefern die Drucksensoren 42, 43 unter Berücksichtigung der

20 jeweils wirksamen Druckkammern 24, 25, 26 und weitere Parameter, z. B. aus einer Fahrzeugsteuerung. Der Tangentialkraftaufnahmezylinder 21 liefert somit einen Druck, der zur Verstärkung des Drucks in der Pumpendruckleitung 51 über den Verteilerzylinder 31 auf die Zuspännzylinder 11 wirkt und damit die Pumpenleistung des elektromotorischen Aktuators 30 minimiert. Der Verteilerzylinder 31 kann zusammen

25 mit den beiden Zuspännzylindern 11 deren Zustellbewegung synchronisieren, einen Schrägverschleiß der Bremsbeläge 3, 3' ausgleichen und ein Druckniveau zwischen dem Tangentialaufnahmezylinder 21 und dem Verteilerzylinder 31 im Zwischenkreis 47 senken. Dabei dient der Verteilerzylinder 31 als Druckverstärker für die Zuspänn-

30 zylinder 11.

Am Ende des Bremsvorgangs wird der elektromotorische Aktuator 30 ausgeschaltet und das Löseventil 37 eingeschaltet. Dadurch wird der Druck in der Pumpendruckleitung 51 abgebaut, wobei die Rückholfedern 12a bei nachlassendem Zuspännndruck in

35 den Zuspännzylindern 11 den Bremsbelag 3 wieder in seine Normalstellung mit Lüftspiel zurückführen.

5 Das Löseventil 37 kann auch als Notlöseventil im Fehlerfall zur Lösung der Scheibenbremse 1 verwendet werden. Es ist zum Beispiel ein Magnetventil, welches stromlos offen ist.

Das Ausdehnungsgefäß 36 dient außerdem zur Aufnahme der Volumina der mit dem
10 Vorratskreis 46 über die Steuereinheit 27 verbundenen Druckkammern 24, 25, 26 des Tangentialkraftaufnahmezylinders 21. Das Ausdehnungsgefäß 36 besitzt ferner Sensoren zur Ermittlung der jeweils aktuellen Ölmenge. Damit besitzt es Geber zur Erfassung eines Belagverschleißes der Bremsbeläge 3, 3', der aktuellen Horizontalverschiebung des Bremsbelags 3 infolge Bremsens sowie eines Hydraulikflüssigkeitsverlustes.

15 Bei einem so erfassten Verschleiß wird bei einem bestimmten Verschleißwert vom Bremssteuergerät das Umschaltventil 38 in Stellung b umgeschaltet und der elektromotorische Aktuator 30 eingeschaltet. Dabei ist die Steuerantriebsrückleitung 48 mit der Pumpensaugleitung 50 verbunden und der hydraulische Zahnradmotor 28 der
20 Steuereinheit 27 verstellt die Steuerscheibe derart, dass über die Hydraulikschaltersteuerleitung 53 ein Schieber 45 des Hydraulikschalters 44, zum Beispiel durch den an ihm anstehenden Druck der mit ihm verbundenen Pumpendruckleitung 51, in eine Öffnungsstellung verschoben wird. Diese Öffnungsstellung des Schiebers 45 verbindet dann die Pumpendruckleitung 51 mit der Zahnradmotordruckleitung 52 und beaufschlagt den Zahnradmotor 19 der Nachstelleinrichtung 20 mit diesem Druck. Die
25 Nachstellräder 16, 17 verdrehen somit in einer synchronen Verstellbewegung die Schraubspindeln 12 über die Zahnräder 16, 14, 13, wodurch die Zuspansionelemente 9 der Zuspannzylinder 11 in Richtung auf die Bremsscheibe 2 verstellt werden und den ermittelten Verschleißweg des Bremsbelags 3 bzw. 3' nachstellen, bis das Lüftspiel
30 des Normalzustands wieder hergestellt ist. Zur genauen Messung dieses Nachstellwegs können unterschiedliche Geber dienen, zum Beispiel Winkelgeber am Zahnradmotor 19. Dies kann zum Beispiel ein Mehrgangpotenziometer sein, dessen elektrischer Widerstand sich über einen Verdrehwinkel, der proportional zum Nachstellweg ist, proportional zum Nachstellweg verändert und somit ein Maß für den Nachstellweg bildet.

35 Auch der Elektroantrieb 30 kann als Messgröße der Verstellung verwendet werden, denn dieser besitzt häufig zu seiner Ansteuerung bereits einen Drehwinkelgeber, wobei der Drehwinkel damit als Verstellmessgröße verwendet werden kann, sofern der Schlupf der beiden Zahnradantriebe 19, 30 vernachlässigbar ist.

5

Der Nachstellvorgang wird, wenn das normale Lüftspiel erreicht ist, beendet, indem über das Umschaltventil 38 der Steuerantrieb 28 zur Ausschaltung des Hydraulikschalters 44 über die Hydraulikschalter-Steuerleitung 53 betätigt wird, wodurch der Zahnradmotor 19 ausgeschaltet wird, und dann der elektromotorische Aktuator 30 ausgestellt wird.

10

Fig. 4 zeigt eine schematische Teilschnittdarstellung des zweiten Ausführungsbeispiels nach Fig. 2 in einer Normalstellung mit maximalem Verschleiß der Bremsbeläge 3, 3'. Es ist deutlich zu sehen, dass die Zuspännkolben 10 in den Zuspännzylindern 11 durch die heraus geschraubten Schraubspindeln 12 nach unten in Richtung Bremsscheibe 2 verstellt sind. Dabei sind Zuspänndruckkammern 57 der Zuspännzylinder 11 mit Hydraulikflüssigkeit nachträglich angefüllt, um den Nachstellweg auszugleichen. Dies kann durch den Vorratskreis 46 und weiter über die Vordruckkammer 33, welche wiederum mit den Hochdruckkammern 34, 34' verbunden sind, erfolgen. Der Stufenkolben 32 ist zu diesem Zweck in Ruhestellung (linker Anschlag). Dieser Vorgang sorgt auch für ein stetes langsames Nachströmen neuen Öls über den Zeitraum des Belagverschleißens. Älteres Öl kann sich dabei in den Zuspännkammern 57 ansammeln. Außerdem hat die Verschleißnachstellung des Bremsbelages 3 zur Folge, dass die Umlenkhebel 6 mit ihren Druckabschnitten 8 ebenfalls um den Nachstellweg verstellt sind. Ohne einen Ausgleich dieses Nachstellwegs würde eine Funktion des Tangentialkraftaufnahmezylinders 21 nicht über den gesamten Nachstellweg möglich sein. Dazu ist der Aufnahmestufenkolben 22 des Tangentialkraftaufnahmezylinders 21 mit einem Nachstellkolben 23b versehen, welcher zwischen dem Stößel 23 und dem Aufnahmestufenkolben 22 in diesem koaxial verschiebbar angeordnet ist. Dieser Nachstellkolben 23b befindet sich in dem Aufnahmestufenkolben 22 und bildet mit diesem eine Nachstellkammer 58 welche über ein Richtungsventil 59 mit der dritten Druckkammer 26 des Tangentialkraftaufnahmezylinders 21 kommuniziert.

15

20

25

30

35

Die Nachstellung des Nachstellkolbens 23b verläuft ebenfalls über den Vorratskreis 46, indem über die Steuereinheit 27 die Druckkammern 24 bis 26 vom Vorratskreis 46 aufgefüllt werden. Nachdem der Aufnahmestufenkolben 22 seinen äußeren Anschlag erreicht hat, füllt sich auch die Nachstellkammer 58 über das Richtungsventil 59 so lange, bis der Nachstellkolben 23b über den Stößel 23 von den beiden Umlenkhebeln 6 gehalten wird. Der Druck im Vorratskreis 46 muss hierzu ausreichend sein. Dieser

5 Druck kann aber auch über zusätzliche Druckerhöhungsmaßnahmen mittels des elektromotorischen Aktuators 30 über zusätzliche Ventile und Regelungen erhöht werden, wobei der Nachstellweg des Nachstellkolbens 23b über die Messung des Restvolumens im Ausdehnungsgefäß 36 oder über geeignete weitere Geber erfasst werden kann. Wird nun über den Stößel 23 beim Bremsvorgang Kraft auf den Nachstellkolben
10 23b eingeleitet, so kann die Hydraulikflüssigkeit in der Nachstellkammer 58 aufgrund des Richtungsventils 59 nicht entweichen. Bei einem Belagwechsel und Rückstellung der Nachstelleinrichtung 20 wird die Nachstellkammer 58 ebenfalls entleert, was zum Beispiel durch Öffnen des Richtungsventils 59 mittels eines geeigneten Werkzeugs oder mittels eines Stifts, der zentrisch im Boden der Druckkammer 26 platziert ist, erfolgen kann. Dies wird im Folgenden erläutert.

Eine Nachstellung des Belagverschleißes erfolgt jeweils nach dem Lösen der Feststellbremse bzw. Parkbremse. Der Arbeitsraum der Zylinder des Aufnahmestufenkolbens 22, das heißt die Druckkammern 24, 25 und 26, ermöglicht einen etwas größeren Bewegungsweg als die Umlenkhebel 6 in ihrer maximalen Auslenkung dies erfordern.
20 Damit kann sich der Nachstellkolben 23b automatisch einregeln. Zum Ausfahren des Kolbens 23b wird zusätzliches Öl durch das Richtungsventil 59 als Rückflussverhinderer in den Zylinderraum (Nachstellkammer 58) oberhalb des Nachstellkolbens 23b eingelassen. Dies geschieht, wenn mittels Spindeln 12 die Zuspannkolben 10 nach Ende der Park- bzw. Handbremsenbetätigung weiter in Richtung Bremsscheibe 2 verstellt wurden (wegen Belagverschleiß). Der Aufnahmestufenkolben 22 gelangt dadurch an seinen äußeren Bewegungsanschlag. Der hydraulische Druck im Nachstellkolben 23b, das heißt in der Nachstellkammer 58, sinkt ab, so dass sich das Richtungsventil 59 öffnet und Öl in die Nachstellkammer 58 einfließt.

30 Das umgekehrte Einfahren des Nachstellkolbens 23b erfolgt beim Wechsel der Bremsbeläge 3, 3' und/oder der Bremsscheibe 2. Dazu werden die Spindeln 12 durch den Zahnradmotor 19 hydraulisch derart betätigt, dass die Zuspannkolben 10 eingefahren werden. Damit wird auch der Aufnahmestufenkolben 22 eingefahren. Das Hydrauliköl oberhalb der Zuspannkolben 10 sowie des Aufnahmestufenkolbens 22 wird in
35 das Ausdehnungsgefäß 36 gedrückt. Der Aufnahmestufenkolben 22 wird dabei soweit zurückgefahren, bis dessen Kolbenbodenfläche den Zylinderraumboden der dritten Druckkammer 26 berührt. Kurz vor diesem Berührungspunkt drückt ein Stift (nicht dargestellt, aber leicht vorstellbar), welcher zentrisch im Boden der dritten Druckkammer 26

5 platziert ist, auf das Richtungsventil 59, so dass sich dieses öffnet und das in der Nachstellkammer 58 befindliche Öl über die dritte Druckkammer 26 und weiter über die Hochdruckkammern 34, 34', die Vordruckkammer 33 in das Ausdehnungsgefäß 36 gedrückt wird. Damit entsteht auf einfache Art eine Lageregelung für den Aufnahme-

10 Bewegungsablauf der Umlenkhebel 6 folgen kann, ohne durch seine mechanischen Anschläge behindert zu werden.

In Fig. 5 ist eine schematische Perspektivansicht des zweiten Ausführungsbeispiels nach Fig. 2 gezeigt; und Fig. 6 ist eine schematische Perspektivansicht eines Ausschnitts aus Fig. 5.

15

Fig. 5 zeigt einen Abschnitt des Bremssattels 40, in welchem hier alle Hydraulikkomponenten angeordnet sind. Zwischen den Zuspanszylindern 11, von denen hier die oberen Enden der Schraubspindeln 12 mit den Rückholfedern 12a zu sehen sind, sind

20 der Tangentialkraftaufnahmezylinder 21 und der Verteilerzylinder 31 hintereinander angeordnet, wobei diese Zylinder 11, 21 und 13 im Wesentlichen alle parallel zueinander liegen. Im unteren Bereich, den Fig. 6 in einer anderen Perspektive darstellt, ist ein Anschlagelement 40a zwischen Bremssattel 40 und Belagträger 4 unterhalb des Tangentialkraftaufnahmezylinders 21 angeordnet. Während sich das Anschlagelement

25 40a auf der Außenseite unterhalb des Stufenkolbens 22 befindet, kann auf der Innenseite unterhalb des Verteilerzylinders 31 auch eine Feder zum Zusammenhalten von Zuspanskolben 10 und Bremsbelag 3 platziert werden. Der Bremsbelag 3 ist entsprechend der Bremscheibe 2 kreisbogenförmig, wobei die Umlenkhebel 6 mit den Schulterelementen 60 zwischen Kolbenelementen 9 und der Auflagereinrichtung 5 angeordnet sind und die Druckabschnitten 8 radial nach außen weisen und an der Druckplatte

30 23a anliegen.

Fig. 7 stellt eine schematische Seitenansicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Umlenkhebels 6 dar. Der auf der rechten Seite befindliche zweite Umlenkhebel 6 ist nicht gezeigt, aber gemäß den vorhergehenden Figuren leicht vorstellbar.

35

Die Kraftübertragungseinheit 7 weist wie bereits oben beschrieben einen Umlenkhebel 6 und ein Schulterelement 60 auf. Das Schulterelement 60 ist mit dem Umlenkhebel 6

5 auf dessen Seite, welche dem Druckabschnitt 8 gegenüberliegt, in diesem Beispiel federnd über eine lose verschraubte Tellerfeder Verbindung in Längsrichtung des Umlenkhebels 6, d.h. von links nach rechts in der Fig. 8 erkennbar, verbunden. Das Schulterelement 60 ist zwischen dem Zuspannelement 9 und dem Belagträger 4 des Bremsbelags 3 (siehe auch Fig. 2 bis 6) angeordnet. Es weist an seiner Oberseite einen
10 Schulterabschnitt Zuspannkrafteinleitung 61 auf, welcher mit einer Abrollfläche zur Zuspannkrafteinleitung versehen ist. Diese gewölbte Abrollfläche kontaktiert in einer Linienberührung eine korrespondierende ebene Abrollfläche 64 an der Unterseite des Zuspannelementes 9. Die vom Zuspannelement 9 so in das Schulterelement 60 eingeleitete Zuspannkraft (in der Fig. 7 in vertikaler Richtung) wird durch einen Schulterabschnitt
15 Zuspannkraftübertragung 62 des Schulterelementes 60 in dessen unteren Abschnitt weitergeleitet. An der Unterseite des Schulterelementes 60 ist eine ebenfalls gewölbte Abrollfläche in einem ebenen Schulterabschnitt Zuspannkraftüberleitung 63 ausgebildet. Diese untere Abrollfläche des Schulterabschnitts Zuspannkraftüberleitung 63 steht mit einem ersten Auflagerabschnitt 5a der Auflagereinrichtung 5 in Kontakt
20 und überträgt die Zuspannkraft in die Auflagereinrichtung 5 und somit in den Bremsbelag 3. Der erste Auflagerabschnitt 5a bildet eine zur Abrollfläche des Schulterabschnitts Zuspannkraftüberleitung 63 korrespondierende Abrollfläche. Die Schulterabschnitte 62, 63, 64 erstrecken sich im Wesentlichen senkrecht zur Zeichnungsebene der Fig. 7, was aus Fig. 9 und 10 deutlich ersichtlich ist. Das Schulterelement 60 dient
25 auf diese Weise zur Übertragung von Zuspannkräften, auch wenn der Bremsbelag 3 beim Bremsvorgang in Tangentialrichtung ausgelenkt ist. Dabei rollen die Abrollflächen der Schulterabschnitte 61 und 63 auf den jeweils mit ihnen korrespondierenden Abrollflächen 64 und 5a ab wie ein zylindrischer Körper zwischen zwei parallel angeordneten Flächen. Durch die lose verschraubte Tellerfeder Verbindung kann gewährleistet werden, dass auch bei aufgeweiteten Fertigungstoleranzen kein Rutschen während des Abrollens auftritt.
30

Das Schulterelement 60 besitzt gegenüber dem Umlenkhebel 6 eine Bewegungsfreiheit. Dadurch wird gleichzeitig eine rutschfreie Abrollbewegung der vertikalen Zuspannkraft mittels des Schulterelementes 60 und der horizontalen Bremskraft mittels
35 eines Rollenelementes 66 ermöglicht (siehe Fig. 8).

Die Auflagereinrichtung 5 weist einen zweiten Auflagerabschnitt 5b auf, welcher mit einem Kraftüberleitungsabschnitt 6a des Umlenkhebels 6 in Kontakt steht. Hierzu il-

5 illustriert Fig. 8 eine schematische Längsschnittansicht der erfindungsgemäßen Kraftübertragungseinheit 7 nach Fig. 7.

In Fig. 8 ist ein mittlerer Bereich der Kraftübertragungseinheit 7 im Längsschnitt gezeigt. Hierzug dient Fig. 10 mit zugehöriger Beschreibung als weitere Orientierung.

10

Der Umlenkhebel 6 steht mit an seiner Unterseite über den Kraftüberleitungsabschnitt 6a mit dem zweiten Auflagerabschnitt 5b in Kontakt. Zwischen dem ersten Auflagerabschnitt 5a und dem zweiten Auflagerabschnitt 5b ist die Auflagereinrichtung 5 mit einem Auflagerabschnitt Tangentialkraft 5c ausgebildet. Dieser Auflagerabschnitt

15

Tangentialkraft 5c ist zahnförmig gestaltet und erstreckt sich ebenfalls wie die Auflagerabschnitte 5a und 5b senkrecht zur Zeichnungsebene. Zwischen diesem zahnförmigen Auflagerabschnitt Tangentialkraft 5c und einer hinteren Schulter 6b des Kraftüberleitungsabschnitts 6a des Umlenkhebels 6 ist das Rollenelement 66, vorzugsweise eine Zylinderrolle, angeordnet, dessen Längsachse sich auch senkrecht zur Zeichnungsebene

20

erstreckt. An seiner hinteren Oberseite ist der Umlenkhebel 6 oberhalb eines Befestigungsabschnitts für das Schulterelement 60 mit einem Zahnabschnitt 67 ausgebildet, welcher mit einem korrespondierenden Zahngegenstück 68 im Zuspannelement 9 in Kontakt steht. Das Schulterelement 60 ist mit einem Schultermittelabschnitt 65 an der Rückseite des Umlenkhebels mit der oben angegebenen Tellerfederverbindung angebracht.

25

Der Umlenkhebel 6 überträgt tangentiale Kräfte in Eingriff mit dem zweiten Auflagerabschnitt 5a, in Eingriff über das Rollenelement 66 mit dem Auflagerabschnitt Tangentialkraft 5c und in Eingriff mit dem Zahngegenstück 68. Die tangentialen Kräfte werden auch als horizontale Bremskräfte bezeichnet. Durch sie wird der Umlenkhebel 6 wie oben beschrieben verschwenkt und überträgt diese Tangentialkräfte über seinen Druckabschnitt 8 über die Druckplatte 23a auf den Tangentialkraftaufnahmezylinder 21. Das Rollenelement 66 überträgt Tangentialkräfte von dem zahnförmigen Auflagerabschnitt Tangentialkraft 5c auf die hintere Schulter 6b des Kraftüberleitungsabschnitts 6a des Umlenkhebels 6, wobei diese hintere Schulter 6b zum Abrollen des Rollenelementes eine speziell gekrümmte Oberfläche aufweisen kann. Die Krümmung am Auflagerabschnitt Tangentialkraft 5c (und an der hinteren Schulter 6b des Umlenkhebels 6, falls vorhanden) ist so berechnet, dass sie exakt harmonisch mit der Ab-

30

35

5 rollbewegung auf der Auflagereinrichtung 5 (5c, 5b) übereinstimmt. Dadurch ist eine reibungsarme Kraftübertragung von Brems- und Zuspännkräften möglich.

Über den Zahnabschnitt 67 des Umlenkhebels 6 werden die Bremskräfte vom Umlenkhebel 6 auf den Zuspännzylinder 11 übertragen, von welchem sie wiederum in den
10 Bremssattel 40 abgeleitet werden. Dabei müssen über den Zahnabschnitt 67 und das Rollenelement 66 nur solche Bremskräfte an das Gehäuse abgeleitet werden, welche über die Bremskräfte des mechanischen Gundkeilwinkels hinausgehen. Die Bremskräfte, welche dem mechanischen Keilwinkel entsprechen, werden über die schrägen Abrollflächen der Auflagereinrichtung 5 direkt vom Belagträger 4 über die Kraftübertragungseinheit 7 in die beiden Zuspännelemente 9 übertragen.
15

Die Zahnkontur des Zahnabschnitts 67 und des Zahngegenstücks 68 ist so gewählt, dass diese aufeinander wie Zahnräder abwälzen. Dabei ist der Wälzpunkt, an dem gleitfreies Abwälzen erfolgt, so gewählt, dass sich dieser bei einem Drittel einer maximalen Aussteuerung befindet. Das bedeutet, dass bei einem Drittel der Maximalauslenkung keine reibende Relativverschiebung zwischen Zahnabschnitt 67 und Zahngegenstück 68 stattfindet. Diese Auswahl ist so getroffen, da in der Häufigkeitsverteilung der Bremszustellung bei einem Drittel der maximalen Zustellkraft die höchste Anzahl von Bremsbetätigungen vorkommt, während eine maximale Zustellkraft bzw. Zuspännkraft relativ selten auftritt.
20
25

Das Schulterelement 60 zur Übertragung der Zuspännkräfte ist tief eingeschnürt, um dadurch eine bestimmte, geringe Elastizität zu erzeugen, damit der Abrollvorgang ohne Rutschen erfolgt.

30 Auch die Übertragung der Bremskräfte vom Umlenkhebel 6 über den Druckabschnitt 8 in die Druckplatte 23a und den Stößel 23 des Tangentialkraftaufnahmezylinders 21 erfolgt ausschließlich durch abrollende Bewegung.

Fig. 9 zeigt eine schematische perspektivische Ansicht eines Bremsbelags 3 mit der erfindungsgemäßen Kraftübertragungseinheit 7, welche hier nur auf der rechten Seite zwischen dem Zuspännelement 9 und der Auflagereinrichtung 5 gezeigt ist. Auf der linken Seite ist sie leicht vorstellbar. Die Auflagereinrichtung 5 des Belagträgers 4 ist auf der linken Seite mit den Abschnitten 5a, 5b und 5c gezeigt, welche sich in gerader Richtung radial zu einer (nicht gezeigten) Bremsscheibe erstrecken. In gleicher radia-
35

5 ler Richtung erstreckt sich das Schulterelement 60, in dessen Mittelbereich eine Öffnung gezeigt ist, welche zur Aufnahme der oben erwähnten Tellerfederverbindung zur Befestigung des Schulterelementes 60 an dem Umlenkhebel 6 dient. An der Unterseite des Schulterelementes 60 ist der Schulterabschnitt Zuspaukraftüberleitung 63 in Kontakt mit dem ersten Auflagerabschnitt Zuspaukraft 5a gezeigt. Die Kontaktierung des
10 Auflagerabschnitts Tangentialkraft 5c ist auf der rechten Seite von dem Schulterelement 60 verdeckt.

Da die Berührlinien der beiden Abrollebenen der Auflagereinrichtung 5 jeweils senkrecht zur Kreisbewegung der Bremsscheibe 2 angeordnet sind, folgt der Bremsbelag 3
15 bei seiner horizontalen Verschiebung annähernd der Kreisbewegung der Bremsscheibe 2. Dadurch minimieren sich die Querkräfte auf die beiden Kraftübertragungseinheiten 7, während gleichzeitig eine optimale Flächenausnutzung des Bremsbelags 3 auf der Bremsscheibe 2 ermöglicht wird.

20 Ein weiterer Vorteil dieser Anordnung besteht darin, dass der Bewegungsablauf des Bremsbelags 3 nahezu identisch der Kreisbewegung der Bremsscheibe 2 folgt.

Weiterhin ist in der Fig. 9 zu erkennen, dass der Druckabschnitt 8 des Umlenkhebels 6 mit einer Abrollfläche versehen ist.

25 Schließlich illustriert Fig. 10 eine weitere perspektivische Ansicht eines Bremsbelags 3 mit Belagträger 4 mit zwei erfindungsgemäßen Kraftübertragungseinheiten 7 und einem Nachstellkolben 23b, welcher mit seiner Unterseite (Druckplatte 23a nicht sichtbar) die Druckabschnitte 8 der Umlenkhebel 6 kontaktiert. Die Umlenkhebel 6
30 verschwenken jeweils um radial angeordnete Schwenkachsen, wobei die radiale Anordnung sich auf eine nicht gezeigte Bremsscheibe bezieht. Die Umlenkhebel 6 sind im Wesentlichen rechtwinklig zu den radialen Schwenkachsen angeordnet, wobei ihre Breite und Höhe zum Druckabschnitt 8 hin geringer wird.

35 Die Schulterelemente 60 weisen beidseitig eines mittleren Abschnitts jeweils einen von zwei Schulterabschnitten Zuspaukrafteinleitung 61 auf. In der Mitte dazwischen befindet sich jeweils der Zahnabschnitt 67 des jeweiligen Umlenkhebels 6. Auf der linken Seite ist das Zahngegenstück 68, hier in Gestalt eines quaderförmigen Stücks, in Kontakt mit dem linken Zahnabschnitt 67 gezeigt. Das Zahngegenstück 68 kann wie

- 5 hier gezeigt als ein separates Teil gefertigt und anschließend in die Unterseite des Zuspannelementes 9 eingesetzt werden.

Die erfindungsgemäße Scheibenbremse 1 weist somit folgende Eigenschaften und Vorteile auf:

- 10 - Elektromotorischer Antrieb
- Geringe elektrische Ansteuerleistung (zum Beispiel ca. 60 W bis max. 150 W)
- Hohe Energie- und Kraftdichte (180 kN Zustellkraft im Bauraum darstellbar)
- Automatische Selbstverstärkung in beide Fahrtrichtungen
- Einfache und zuverlässige Notlösefunktion durch stromlos offenes Magnetventil
- 15 (Löseventil 37)
- Kraftübertragung hydraulisch mittels Bremsflüssigkeit
- Hydraulikkomponenten sind zuverlässige und bekannte Standardtechnologie
- Gute Gleit- und Schmiereigenschaften der Komponenten durch Verwendung von Öl
- 20 - Kompakte, leichte Bauweise
- Preisgünstige Zahnradpumpe anstelle teurem mechanischen Hochlastgetriebe
- Kürzerer Bremsweg durch bessere ABS-Regelung (geringe zu beschleunigende Massen)
- Kurze Ansprech- und Verstellzeit (geringe zu beschleunigende Massen bei gleich-
- 25 zeitig hoher Selbstverstärkung)
- Intelligente Verschleißnachstellung für rückseitige Beläge ohne zusätzlichen Motor
- Ein Elektromotor treibt über Zahnradpumpe
- Bremszustellung
- 30 - Antrieb der Steuereinheit (Ventilscheibe)
- Nachstelleinrichtung
- Parkbremse selbstverstärkend, rein mechanisch und in beide Fahrtrichtungen wirkend, zuverlässiges Lösen der blockierten Bremse
- Einfache und präzise Kraftmessung mittels Drucksensoren
- 35 - Unempfindlich gegenüber Vibrationen
- Robuste Regelung da spielfrei, keine mechanischen Zahnradpaarungen zur Bremskraftübertragung
- Dreistufige Umschaltung (Stufenkolben) ermöglicht sieben verschiedene Keilwinkel

- 5 - Direkte Messung der Zuspannkraft sowie der Bremskraft möglich
- Genaue Messung bzw. Erfassung des Anlegepunkts/Reibepunkts der Bremsbeläge durch Differenzdruckmessung
- Messung des Belagverschleißes ohne zusätzliche Verschleißwegsensoren, wobei ein Wegsensor eines Flüssigkeitsspiegels im Ausdehnungsbehälter zur Messung
10 der Horizontalverstellung der Bremsbeläge, der Erkennung eines Hydraulikflüssigkeitsverlustes und zur Statuserfassung eines Bremsbelagverschleißes vorteilhaft verwendet werden kann.

Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Art
15 und Weise modifizierbar.

Die Gestalt der Umlenkhebel 6 kann anders als die gezeigte Form sein.

- 20 Die Steuereinheit 27 kann anstelle einer Steuerscheibe oder zusätzlich zu ihr auch Magnetventile aufweisen.

Die Nachstelleinrichtung 20 kann auch als Parkbremse Verwendung finden, indem die Schraubspindeln 12 zur Feststellung der Bremsbeläge 3, 3' an der Bremsscheibe 2
25 durch die vom elektromotorischen Aktuator 30 angetriebene Nachstelleinrichtung 20 verstellt werden. Dazu wird der elektromotorische Aktuator 30 in geeigneter Weise von einer Bremssteuereinheit über die Steuereinheit 27 angesteuert. Nach Feststellung der Bremsbeläge 3, 3' auf diese Weise verbleiben sie mit Hilfe der Keilwirkung der Auflagereinrichtung 5 ohne hydraulische Einwirkung in ihrer Parkbremsstellung. Ein
30 sicheres Lösen erfolgt wieder durch den entsprechend gesteuerten elektromotorischen Aktuator 30, wobei das gleichzeitige Aufbau eines hydraulischen Zuspandrucks über den Druckverstärkungskolben, d.h. Stufenkolben 32 auf die Zuspannkolben 10 die Schraubspindeln 12 mechanisch entlastet und somit ein leichtes Lösen der Spindeln 12 ermöglicht.

5	Bezugszeichenliste	
	1	Scheibenbremse
	2	Bremsscheibe
	3, 3'	Bremsbelag
10	4	Belagträger
	5	Auflagereinrichtung
	5a	Erster Auflagerabschnitt Zuspannkraft
	5b	Zweiter Auflagerabschnitt
	5c	Auflagerabschnitt Tangentialkraft
15	6	Umlenkhebel
	6a	Hebelkraftüberleitungsabschnitt
	6b	Schulter
	7	Kraftübertragungseinheit
	8	Druckabschnitt
20	9	Zuspannelement
	10	Zuspannkolben
	11	Zuspannzylinder
	12	Schraubspindel
	12a	Rückholfeder
25	13	Schraubspindelrad
	14	Nachstellritzel
	15	Nachstellwelle
	16	Nachstellwellenrad
	17	Nachstellantriebsrad
30	18	Notlöseeinrichtung
	19	Zahnradmotor
	20	Nachstelleinrichtung
	21	Tangentialkraftaufnahmezylinder
	22	Aufnahmestufenkolben
35	23	Stößel
	23a	Druckplatte
	23b	Nachstellkolben
	24	Erste Druckkammer
	25	Zweite Druckkammer

5	26	Dritte Druckkammer
	27	Steuereinheit
	28	Steuerantrieb
	29	Steermelder
	30	Elektromotorischer Aktuator (Pumpe)
10	31	Verteilerzylinder
	32	Stufenkolben
	33	Vordruckkammer
	34, 34'	Hochdruckkammer
	35	Eingangsdruckkammer
15	36	Ausdehnungsgefäß
	37	Löseventil
	38	Umschaltventil
	39	Ansaugventil
	40	Bremssattel
20	40a	Anschlagelement
	41	Erster Drucksensor
	42	Zweiter Drucksensor
	43	Dritter Drucksensor
	44	Hydraulikschalter
25	45	Schieber
	46	Vorratskreis
	47	Zwischenkreis
	48	Steuerantriebsrückleitung
	49	Steuerantriebsdruckleitung
30	50	Pumpensaugleitung
	51	Pumpendruckleitung
	52	Zahnradmotordruckleitung
	53	Hydraulikschalter-Steuerleitung
	54	Hochdruckleitung
35	55	Zwischenleitungen
	56	Verbindungsleitungen
	57	Zuspanndruckkammer
	58	Nachstellkammer
	59	Richtungsventil

5	60	Schulterelement
	61	Schulterabschnitt Zuspammkrafteinleitung
	62	Schulterabschnitt Zuspammkraftübertragung
	63	Schulterabschnitt Zuspammkraftüberleitung
	64	Abrollfläche
10	65	Schultermittelabschnitt
	66	Rollenelement
	67	Zahnabschnitt
	68	Zahngegenstück

5 Patentansprüche

1. Scheibenbremse (1) in selbstverstärkender Bauart, mit:
 - a) einer bremseninternen Hydraulikanordnung mit einem Vorratskreis (46) und einem Ausdehnungsgefäß (36);
 - 10 b) einer Zuspännvorrichtung mit zumindest einem Zuspännzylinder (11) zum Zuspännen zumindest eines Bremsbelages (3, 3') in Richtung einer Bremsscheibe (2);
 - c) zumindest einer Kraftübertragungseinheit (7), welche den zumindest einen Bremsbelag (3, 3') unter einem Keilwinkel an der Zuspännvorrichtung ab-
15 stützt;
 - d) zumindest einem Tangentialkraftaufnahmezylinder (21) zur Keilwinkelumschaltung, der mit der zumindest einen Kraftübertragungseinheit (7) in Wirkungsverbindung steht;
 - e) einem elektromotorischen Aktuator (30), welcher auf die Zuspännvorrichtung über die Hydraulikanordnung einwirkt; und
 - 20 f) einer Steuereinheit (27), welche zur Steuerung der Keilwinkelumschaltung zwischen dem Tangentialkraftaufnahmezylinder (21) und dem elektromotorischen Aktuator (30) vorgesehen ist,
dadurch gekennzeichnet,
 - 25 g) dass die zumindest eine Kraftübertragungseinheit (7) einen Umlenkhebel (6) und ein daran angebrachtes Schulterelement (60) aufweist, wobei der Umlenkhebel (6) und das Schulterelement (60) Abrollflächen aufweisen, die in Kontakt mit jeweiligen korrespondierenden Abrollflächen eines Zuspännelementes (9) des zumindest einen Zuspännzylinders (11) und einer
30 Auflagereinrichtung (5) des Bremsbelags (3) stehen,
 - h) und wobei der Umlenkhebel (6) einen Druckabschnitt (8) mit einer Abrollfläche aufweist, die in Wirkungsverbindung mit dem zumindest einen Tangentialkraftaufnahmezylinder (21) steht.
- 35 2. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei zwei und mehr Zuspännzylindern (11) ein Verteilerzylinder (31) zur parallelen, kippfreien Betätigung eines breiten Bremsbelags 3 sowie gleichzeitig wahlweise zur Druckverstärkung zwischen dem elektromotorischen Aktuator (30) und der Zuspännvorrichtung in Reihe angeordnet ist.

5

3. Scheibenbremse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Umlenkhebel (6) einen Kraftüberleitungsabschnitt (63) und eine damit verbundene Schulter (6b) zur Zusammenwirkung mit der Auflagereinrichtung (5) aufweist.

10

4. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Kraftübertragungseinheit (7) weiterhin ein Rollenelement (66) zur Zusammenwirkung zwischen der Auflagereinrichtung (5) und der Schulter (6b) des Umlenkhebels (6) aufweist.

15

5. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schulter (6b) des Umlenkhebels (6) über das Rollenelement (66) mit einem Auflagerabschnitt (5c) der Auflagereinrichtung (5) zusammenwirkt.

20

6. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schulter (6b) des Umlenkhebels (6) eine ebene oder gekrümmte Oberfläche und/oder der Auflagerabschnitt (5c) der Auflagereinrichtung (5) eine gekrümmte oder ebene Oberfläche aufweisen.

25

7. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Auflagerabschnitt (5c) der Auflagereinrichtung (5) zahnförmig ausgebildet ist.

30

8. Scheibenbremse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die gekrümmte Kontur 6b in Ihrer Form so berechnet und gestaltet ist, dass das Rollenelements 66 zur horizontalen Bremskraftübertragung sowie die Abrollflächen 63 und 64 ihre Zuspannkraft über ihren jeweils kompletten Abrollweg ein gleitfreies Abwälzen ermöglichen.

35

9. Scheibenbremse (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Umlenkhebel (6) einen Zahnabschnitt (67) aufweist, welcher zur Zusammenwirkung mit einem Zahngegenstück (68) des Zuspannelementes (9) vorgesehen ist.

- 5 10. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das
Zahngegenstück (68) ein separates Bauteil zum Anbringen an das zumindest
eine Zuspannelement (9) ist.
- 10 11. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass
ein Wälzpunkt, in dem gleitfreies Abwälzen des Zahnabschnitts (67) mit dem
Zahngegenstück (68) so gewählt ist, dass er bei einem Drittel einer tangentialen
Maximalauslenkung des Bremsbelags (3) liegt
- 15 12. Scheibenbremse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schulterelement (60) mit dem Umlenkhebel (6) über
eine elastische Befestigung wie z.B. über eine Verschraubung mit Hilfe einer
Tellerfeder verbunden ist.
- 20 13. Scheibenbremse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schulterelement (60) zur Zusammenwirkung mit dem
zumindest einen Zuspännzylinder (11) und der Auflagereinrichtung (5) des
Bremsbelags (3) Abschnitte (61, 63) zur Zuspännkraftübertragung aufweist.
- 25 14. Scheibenbremse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schulterelement (60) eine Einschnürung zur Bildung
einer geringfügigen Elastizität der Abrollfläche 5a gegenüber der Abrollfläche
6b aufweist.
- 30 15. Scheibenbremse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Scheibenbremse (1) eine Nachstelleinrichtung (20) zur
Nachstellung eines Bremsbelagverschleißes umfasst, wobei die Nachstelleinrichtung (20) eine verstellbare Schraubspindel (12), die in Wirkverbindung mit
der Zuspännvorrichtung zur Nachführung des zumindest einen Bremsbelages
(3, 3') steht und mit dem elektromotorischen Aktuator (30) zum Antrieb kop-
35 pelbar ist, und einen Nachstellkolben (23b) aufweist, der in dem Tangential-
kraftaufnahmezylinder (21) bei Nachführung des zumindest einen Bremsbelages
(3, 3') hydraulisch verstellbar ist.

- 5 16. Scheibenbremse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (27) mit dem Vorratskreis (46) und mit einem Zwischenkreis (47) verbunden ist, wobei der elektromotorischen Aktuator (30) über ein Ansaugventil (39) mit dem Vorratskreis (46) verbunden ist, und über ein Umschaltventil (38) in einer ersten Stellung (a) mit dem Zwischenkreis (47) verbindbar ist.
10
17. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass der elektromotorischen Aktuator (30) in der ersten Stellung (a) des Umschaltventils (38) eine Änderung einer Bremszustellung nur durch Verstellen des elektromotorischen Aktuators (30) durchführbar ist.
15
18. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (27) in Zusammenwirkung mit einem Aufnahmeestufenkolben (22) des Tangentialkraftaufnahmezylinders (21) zur Auswahl eines einem momentanen Reibwert des Bremsbelags (3, 3') am nächsten liegenden wirksamen Keilwinkels ausgebildet ist.
20
19. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (27) eine mittels eines hydraulischen Steuerantriebs (28) drehbare Loch- oder Steuerscheibe zur wahlweisen Verbindung von mit dem Aufnahmeestufenkolben (22) des Tangentialkraftaufnahmezylinders (21) in Verbindung stehenden Druckkammern (24, 25, 26) mit dem Vorratskreis (46) und/oder dem Zwischenkreis (47) aufweist.
25
- 30 20. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die wahlweise Verbindung der Druckkammern (24, 25, 26) mit dem Vorratskreis (46) und/oder dem Zwischenkreis (47) nach dem Wirkprinzip einer binären Codierung in sieben Stufen mit steigender wirksamer Kolbenfläche des Aufnahmeestufenkolbens (22) schaltbar ist.
35
21. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass der elektromotorischen Aktuator (30) über das Umschaltventil (38) in einer zweiten Stellung (b) mit dem hydraulischen Steuerantrieb (28) der Steuerein-

- 5 heit (27) verbindbar ist, um die wahlweisen Verbindungen zum Zweck der Wahl eines flacheren oder steileren Keilwinkels zu schalten.
22. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Umschaltvorgang des Umschaltventils (38) in Stellung b eine Pumpensaugleitung (47) des elektromotorischen Aktuators (30) mit einer Pumpendruckleitung (51) blockiert ist, so dass während des kurzen Umschaltvorgangs der Steuereinheit (27) keine Änderung einer Bremszustellposition möglich ist.
- 10
23. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass zur Stromeinsparung bei längerem gleichmäßigen Bremsen trotz eines bestehenden Differenzdrucks am elektromotorischen Aktuator (30) dessen Elektromotor stromlos geschaltet werden kann, indem das Umschaltventil (38) aus der ersten Stellung (a) in die zweite Stellung (b) umgeschaltet ist
- 15
- 20
24. Scheibenbremse (1) nach einem der Ansprüche 19 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit (27) weitere Schaltstellungen aufweist, so dass zwischen jeder der wahlweisen Verbindungen bzw. jedem der möglichen schaltbaren Keilwinkel eine Sperrstellung existiert, in welcher die Druckkammern (24, 25, 26) und Verbindungen zu dem Vorratskeis (46) und/oder dem Zwischenkreis (47) abgesperrt sind und somit die momentan gewählte Bremszustellposition nicht veränderbar ist.
- 25
25. Scheibenbremse (1) nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass der elektromotorische Aktuator (30) während der Dauer einer Bremsung nur mit dem Steuerantrieb (28) der Steuereinheit (27) in Wirkverbindung steht.
- 30
26. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 24 oder 25, dadurch gekennzeichnet, dass während konstanter Bremszustellposition die Loch- oder Steuerscheibe in einer Sperrstellung steht, welche sich zwischen einem gegenüber aktuellem Keilwinkel mehr überkritischen und einem mehr unterkritischen Keilwinkel befindet, und dass in dieser Stellung der elektromotorische Aktuator (30) stromlos ist.
- 35

5

27. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Wunsch nach einer etwas stärkeren Bremszustellung mittels des elektromotorischen Aktuators (30) und des Steuerantriebs (28) die Loch- bzw. Steuerscheibe derart verstellbar ist, dass diese Loch- bzw. Steuerscheibe in
- 10 Wirkweise eines Proportionalventils aus der Sperrstellung langsam in Richtung der Stellung eines überkritischen Keilwinkels verstellt wird.
28. Scheibenbremse (1) nach Anspruch 25 oder 26, dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Wunsch nach einer etwas schwächeren Bremszustellung mittels des elektromotorischen Aktuators (30) und des Steuerantriebs (28) die Loch- bzw. Steuerscheibe derart verstellbar ist, dass diese Loch- bzw. Steuerscheibe in
- 15 Wirkweise eines Proportionalventils aus der Sperrstellung langsam in Richtung der Stellung eines unterkritischen Keilwinkels verstellt wird.
- 20 29. Scheibenbremse (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die bremseninternen Hydraulikanordnung zum Zweck eines schnellen Lösens der Bremse, zum Beispiel im Falle eines Fehlers oder bei fehlender Versorgungsspannung der Bremse, ein stromlos durchschaltendes Löseventil (37) für ein sofortiges und zuverlässiges Lösen der Bremse auf-
- 25 weist.

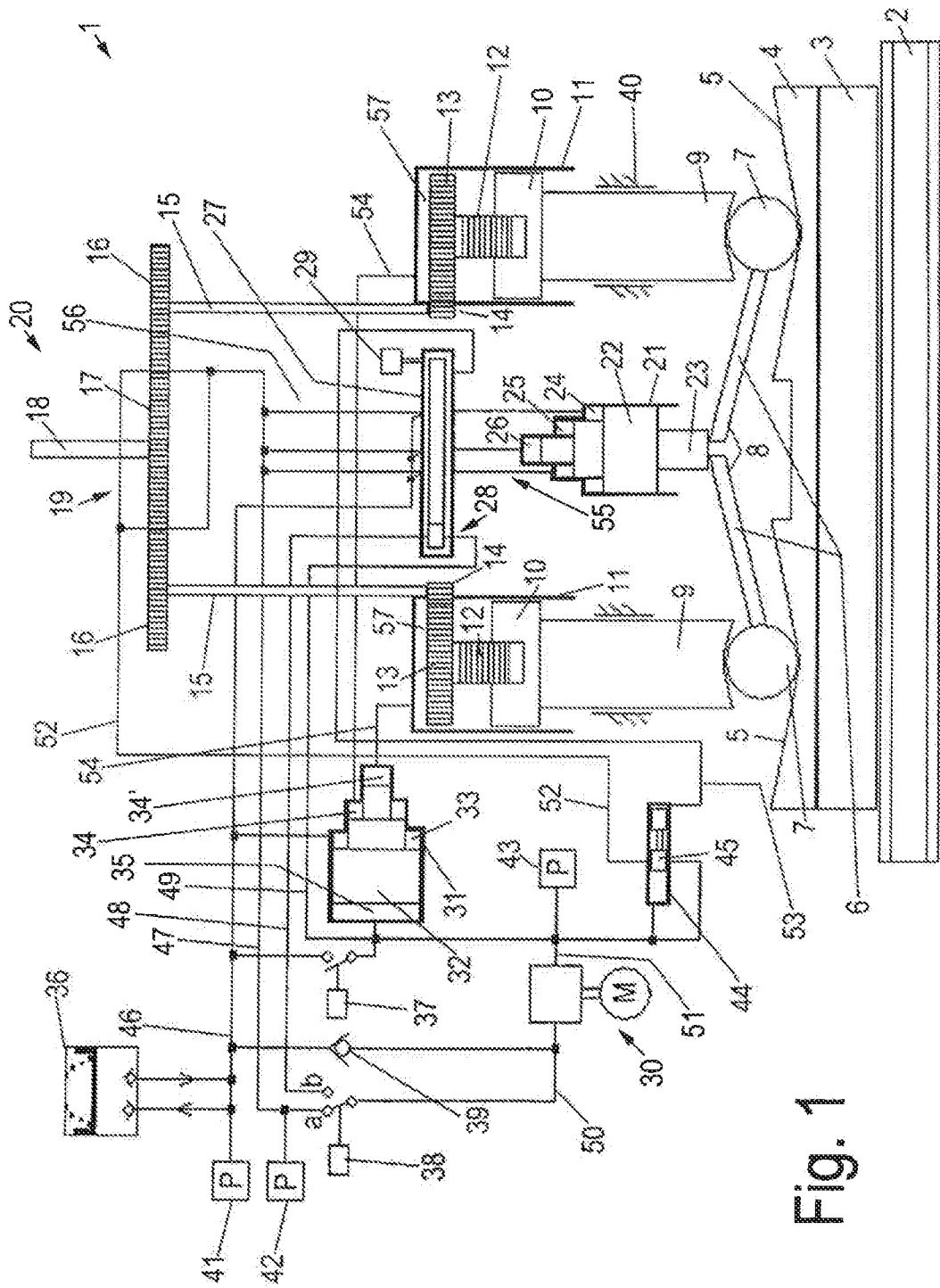
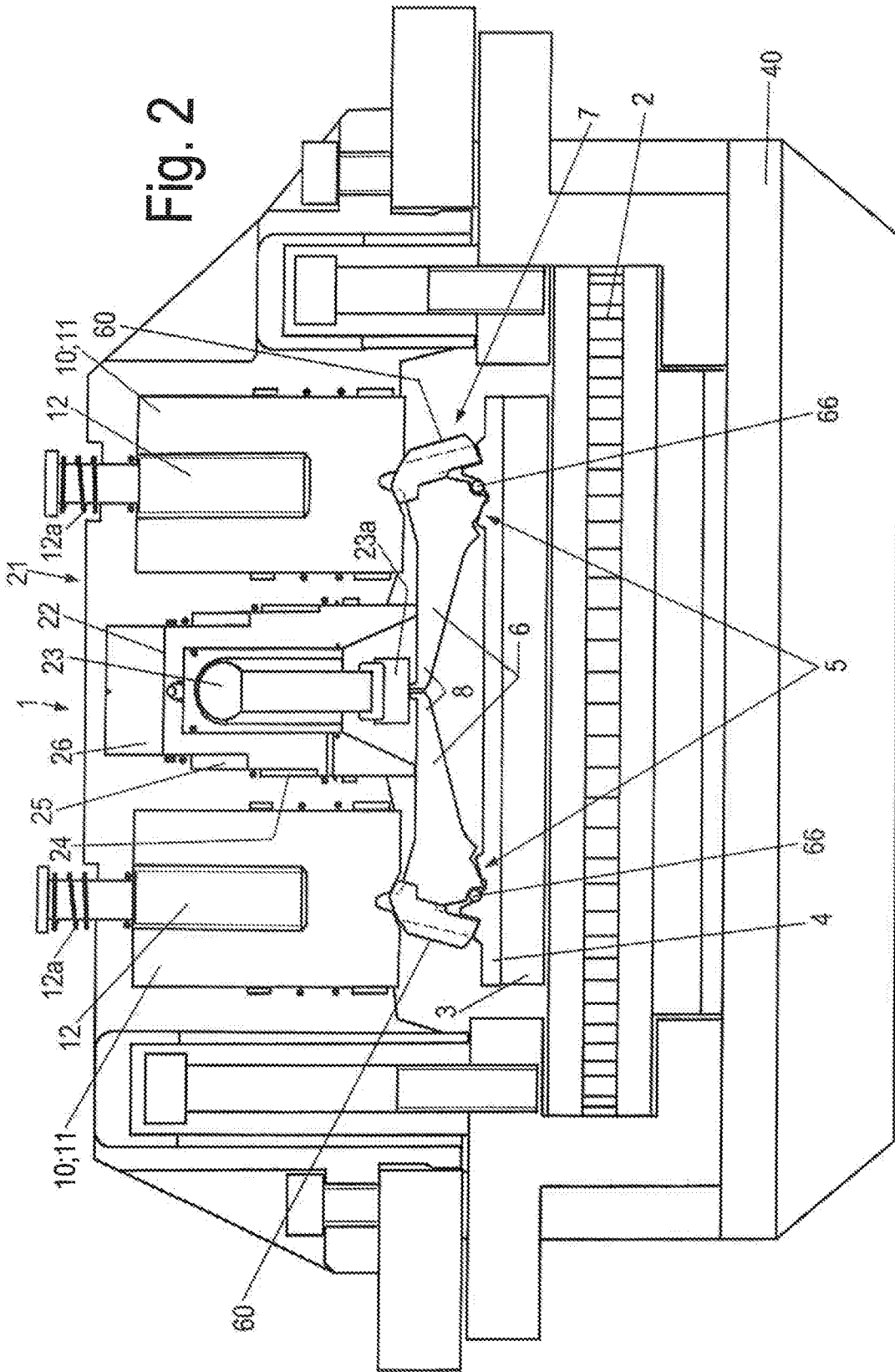
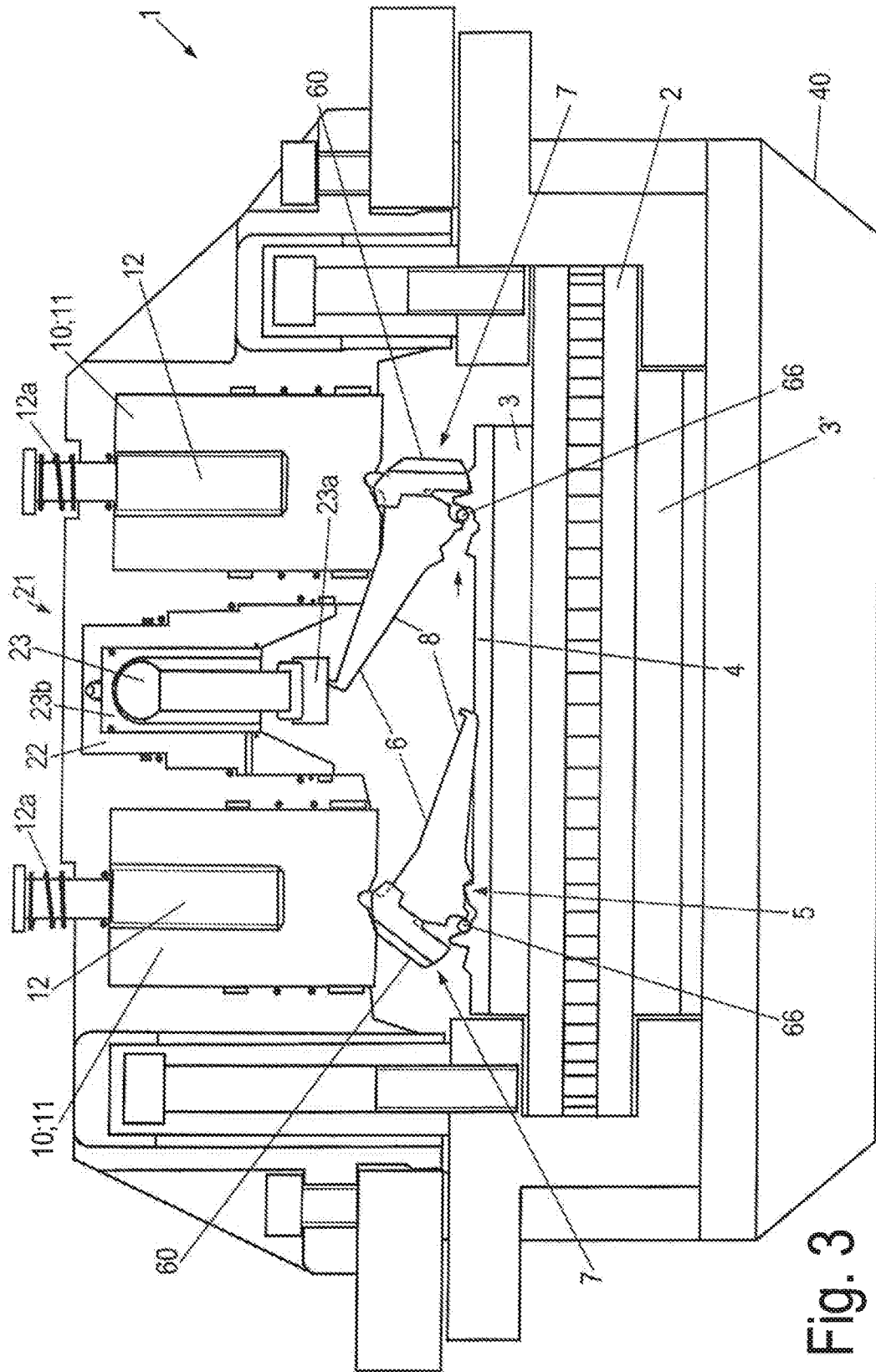


Fig. 1





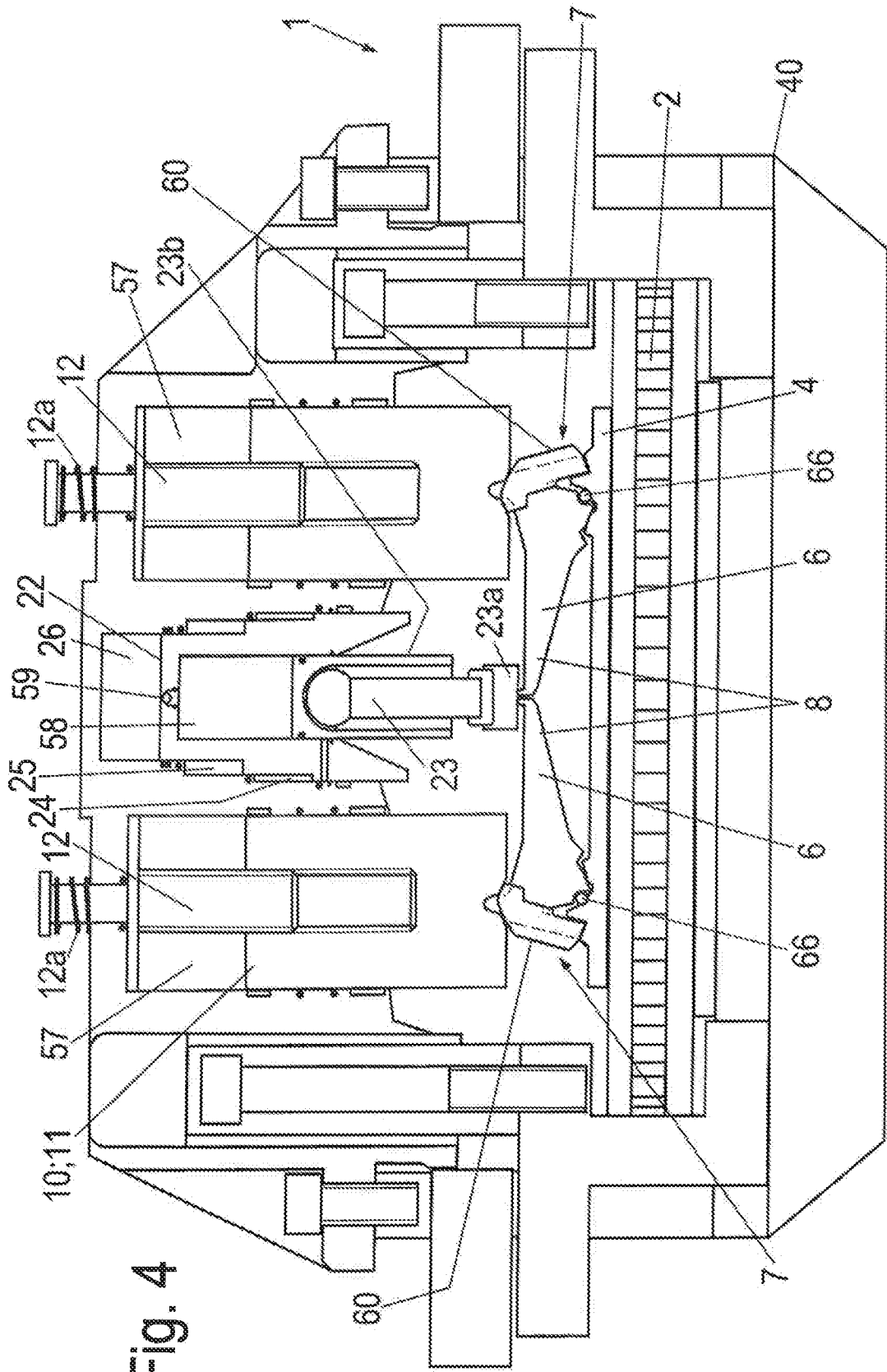
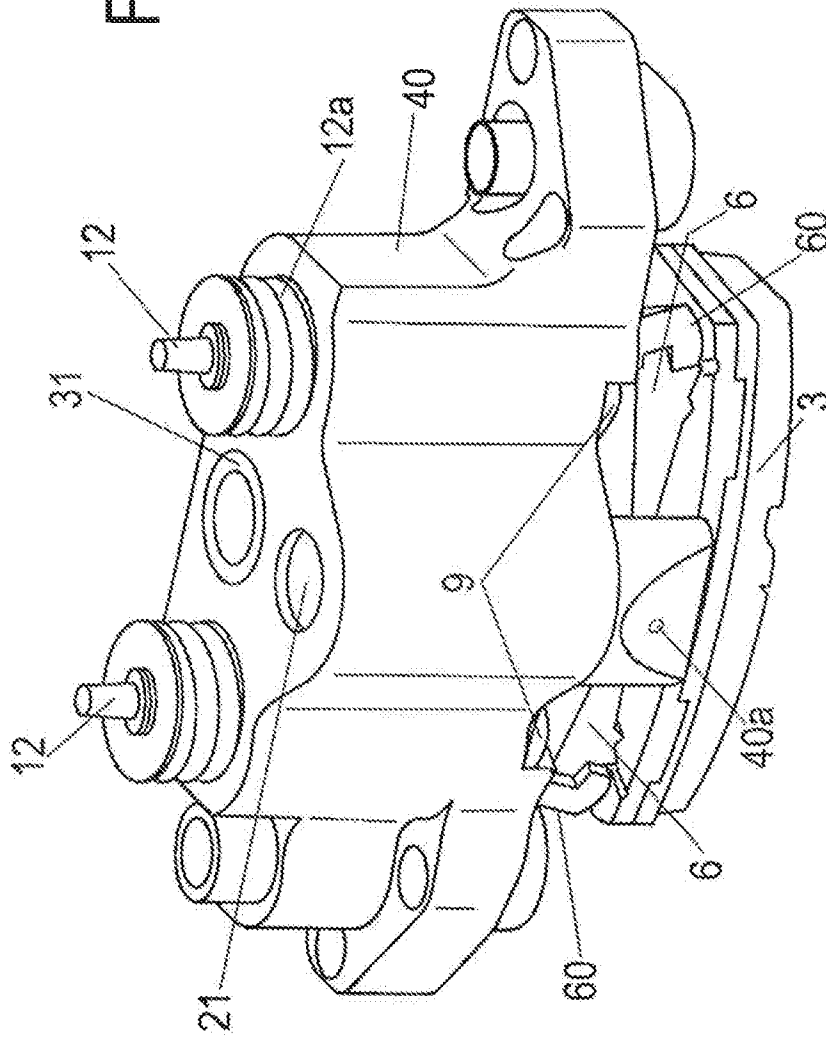


Fig. 4

Fig. 5



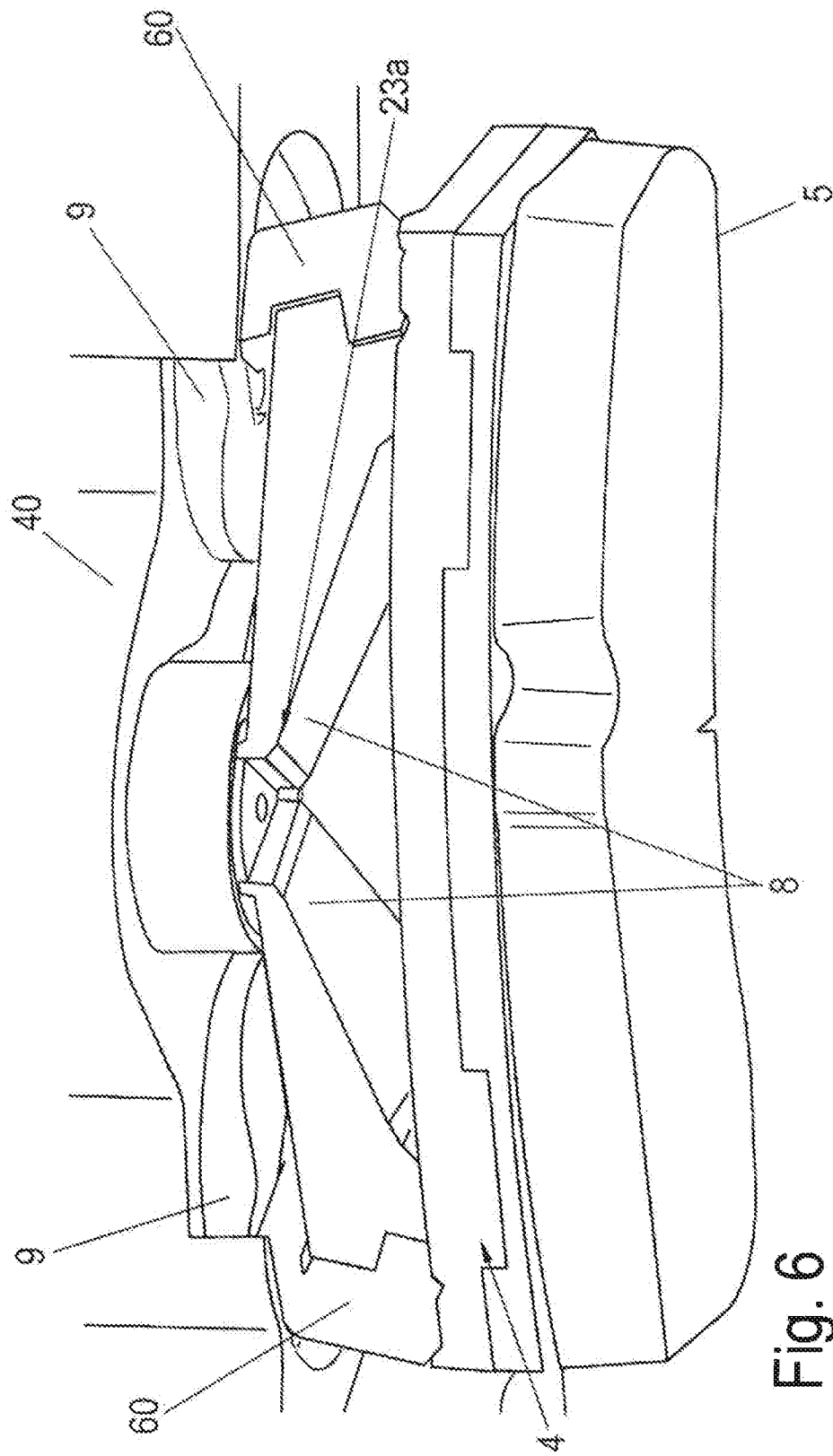


Fig. 6

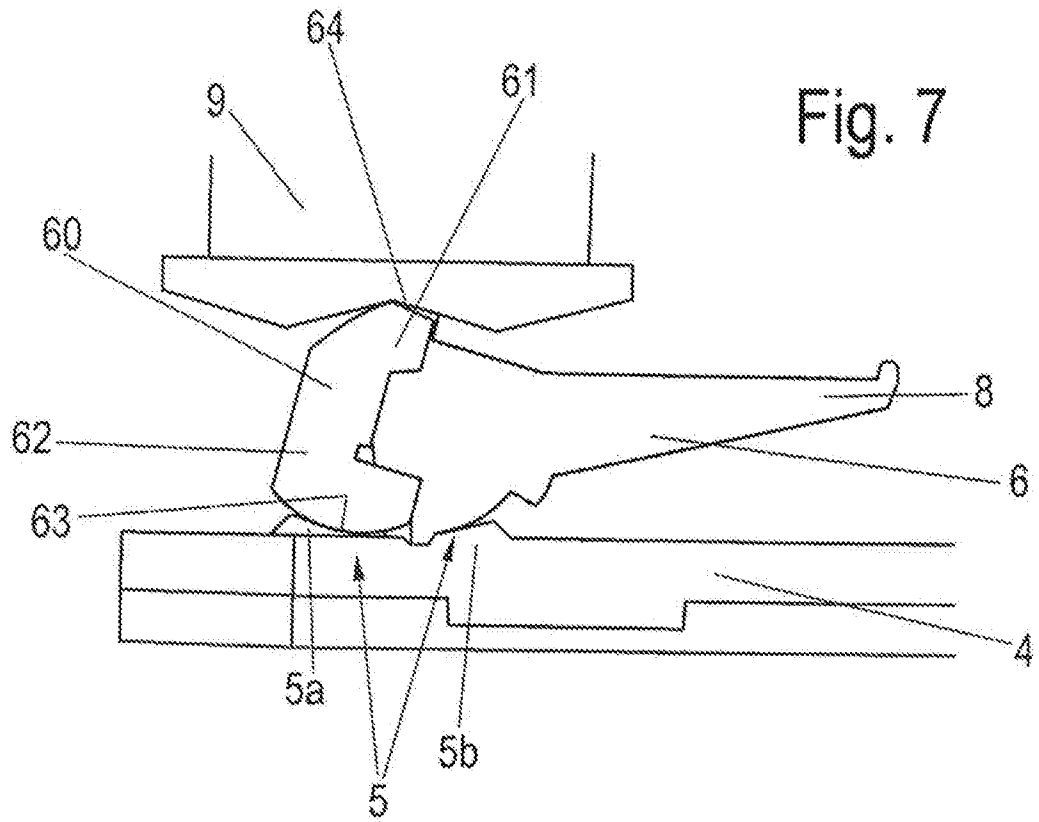


Fig. 7

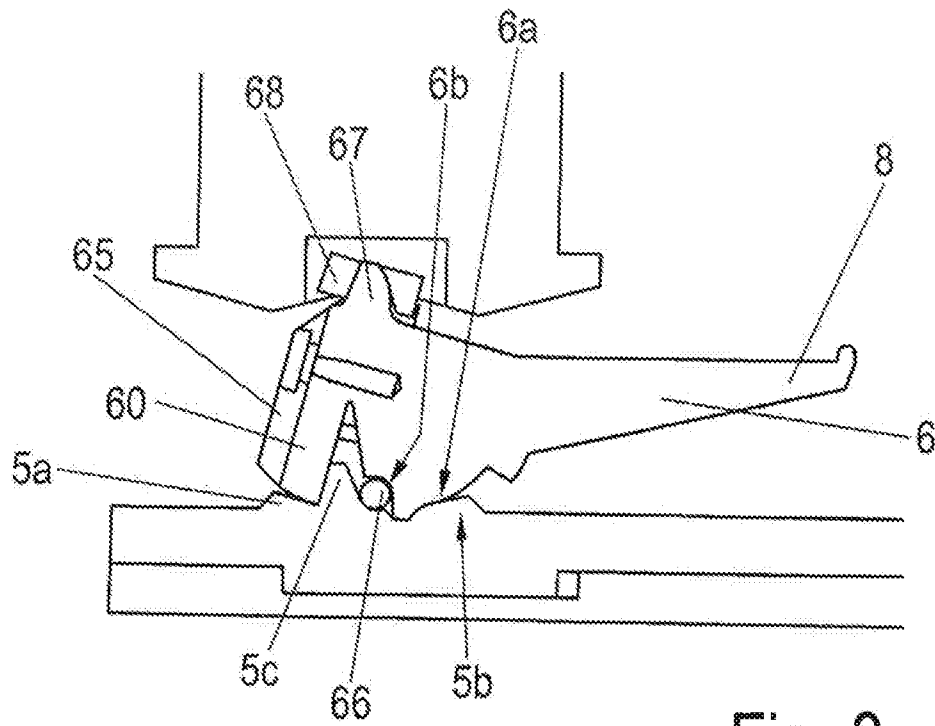


Fig. 8

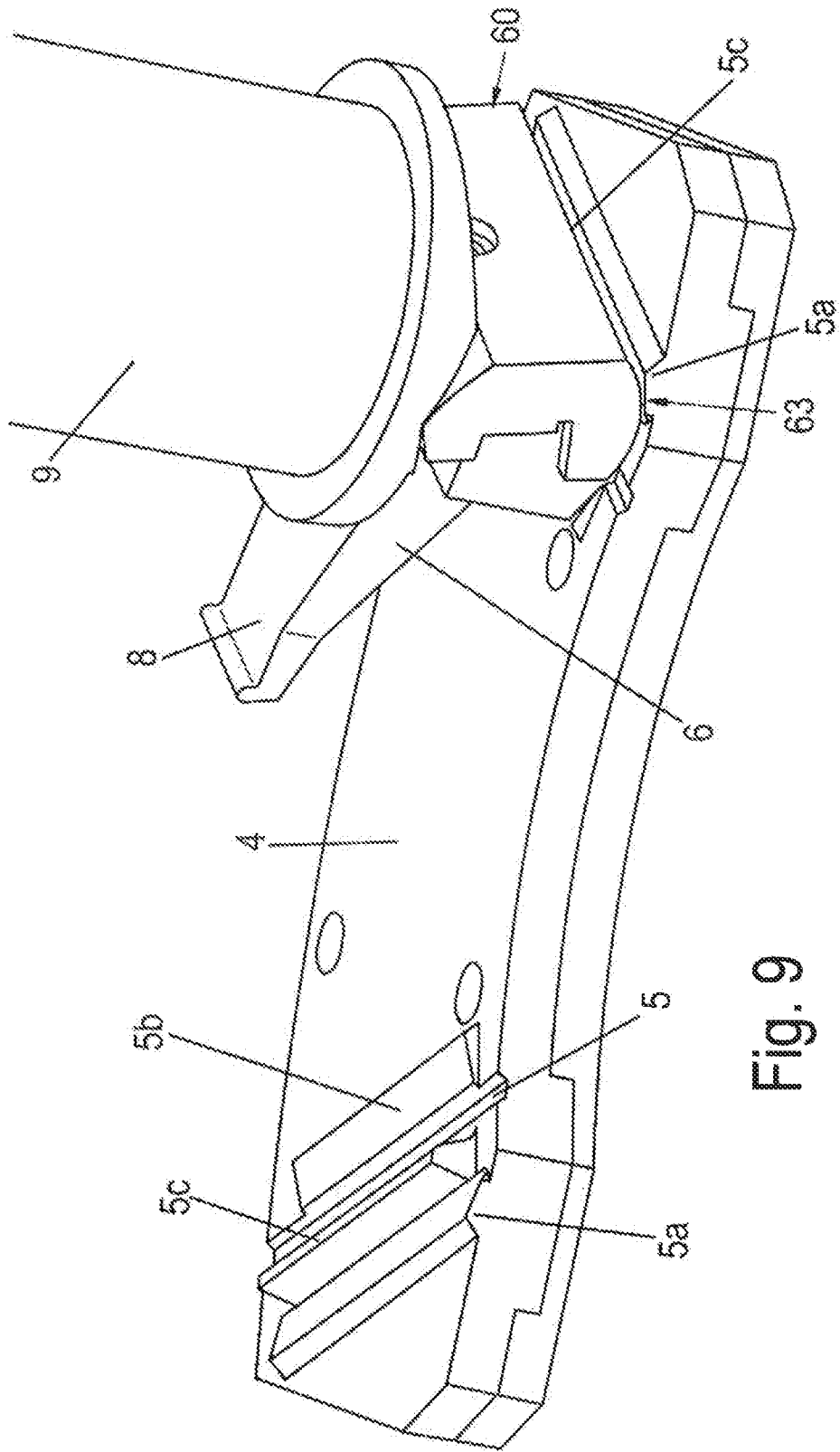


Fig. 9

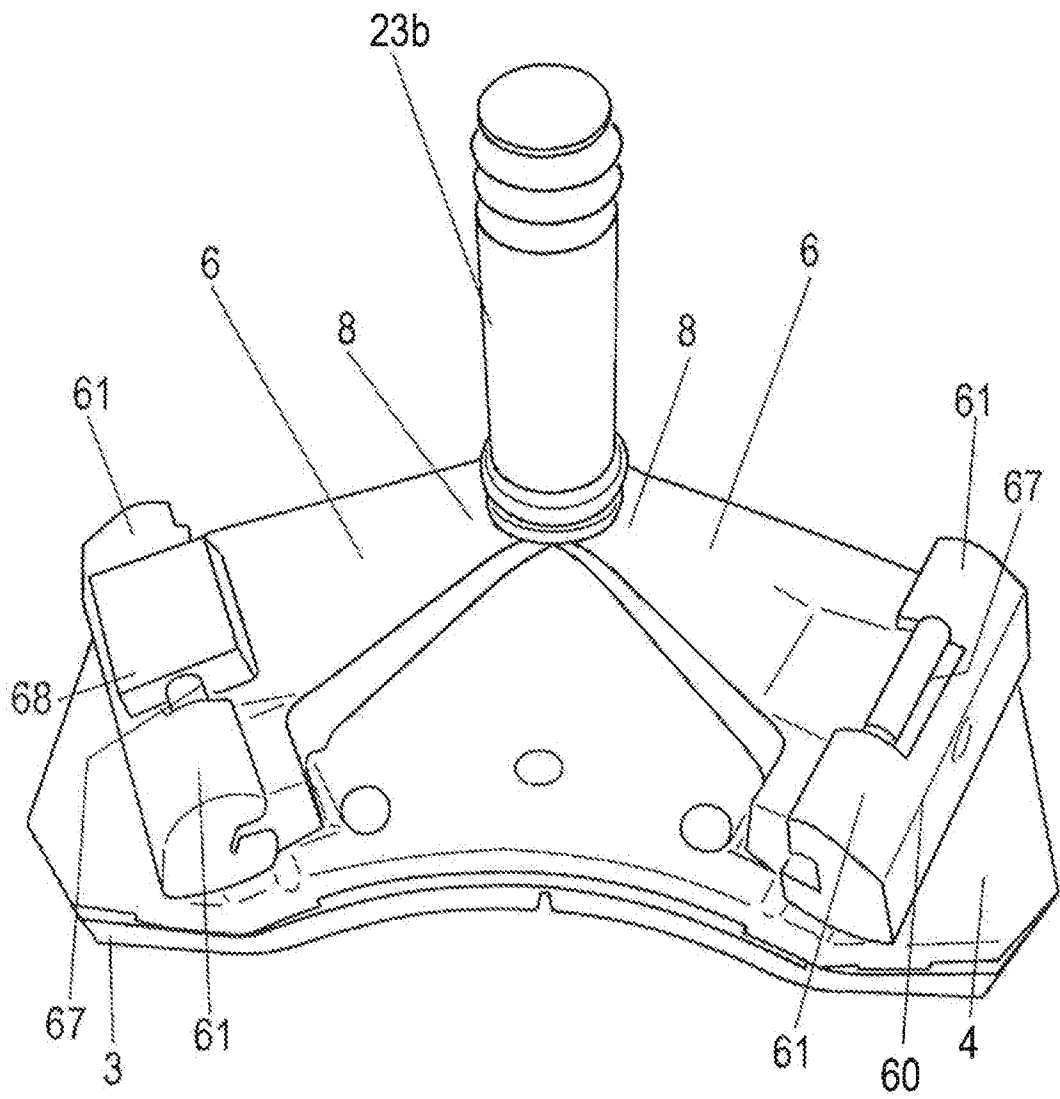


Fig. 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2011/059818

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F16D65/092 F16D65/14 F16D65/56
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
 Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 F16D

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 practical, search terms used)
 EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2006 057442 A1 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]) 12 June 2008 (2008-06-12) paragraph [0052] - paragraph [0124]; figures	1-29
A	-----	
A	DE 10 2008 061347 B3 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]) 1 April 2010 (2010-04-01) abstract; figure	1,2
A	-----	
A	WO 2007/045430 A1 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]; MILLER BERNHARD [DE]) 26 April 2007 (2007-04-26) cited in the application the whole document	1

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 document 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
8 September 2011	16/09/2011

Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer van Koten, Gert
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2011/059818

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006057442 A1	12-06-2008	AT 486227 T	15-11-2010
		EP 2102524 A2	23-09-2009
		WO 2008068012 A2	12-06-2008

DE 102008061347 B3	01-04-2010	NONE	

WO 2007045430 A1	26-04-2007	AT 443821 T	15-10-2009
		CN 101321967 A	10-12-2008
		DE 102005049786 A1	19-04-2007
		EP 1941179 A1	09-07-2008
		JP 2009511844 A	19-03-2009
		US 2008257660 A1	23-10-2008

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2011/059818

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F16D65/092 F16D65/14 F16D65/56 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) 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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2006 057442 A1 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]) 12. Juni 2008 (2008-06-12) Absatz [0052] - Absatz [0124]; Abbildungen -----	1-29
A	DE 10 2008 061347 B3 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]) 1. April 2010 (2010-04-01) Zusammenfassung; Abbildung -----	1,2
A	WO 2007/045430 A1 (KNORR BREMSE SYSTEME [DE]; MILLER BERNHARD [DE]) 26. April 2007 (2007-04-26) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 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 anderen 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 8. September 2011		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 16/09/2011
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 van Koten, Gert

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2011/059818

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006057442 A1	12-06-2008	AT 486227 T	15-11-2010
		EP 2102524 A2	23-09-2009
		WO 2008068012 A2	12-06-2008

DE 102008061347 B3	01-04-2010	KEINE	

WO 2007045430 A1	26-04-2007	AT 443821 T	15-10-2009
		CN 101321967 A	10-12-2008
		DE 102005049786 A1	19-04-2007
		EP 1941179 A1	09-07-2008
		JP 2009511844 A	19-03-2009
		US 2008257660 A1	23-10-2008
