

(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
15. März 2018 (15.03.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/046144 AI

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16H 61/02 (2006.01) *F16H 63/02* (2006.01)
F16H 57/04 (2010.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP20 17/054641

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. Februar 2017 (28.02.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 116 778.9
07. September 2016 (07.09.2016) DE
10 2016 118 423.3
29. September 2016 (29.09.2016) DE

(71) Anmelder: LSP INNOVATIVE AUTOMOTIVE SYSTEMS GMBH [DE/DE]; FeringasträÙe 11, 85774 Unterföhring (DE).

(72) Erfinder: LEIBER, Thomas; KirchensträÙe 86, 81675 München (DE). UNTERFRAUNER, Valentin; GlockenbechersträÙe 1, 80935 München (DE). WINZER, Rainer; LohngrinsträÙe 27, 81925 München (DE).

(74) Anwalt: LENZING GERBER STUTE PARTNERSCHAFTSGESELLSCHAFT VON PATENTANWÄLTEN M. B. B.; BahnsträÙe 9, 40212 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP,

(54) Title: ELECTROHYDRAULIC SYSTEM FOR ACTUATING MULTIPLE-DISC CLUTCHES AND GEAR ACTUATORS WITH HIGHLY PRECISE CONTROL OF A PLURALITY OF TRANSMISSION UNITS SIMULTANEOUSLY

(54) Bezeichnung: ELEKTROHYDRAULISCHES SYSTEM FÜR DIE BETÄTIGUNG VON MEHRFACHKUPPLUNGEN UND GANGSTELLERN MIT HOCHGENAUER REGELUNG VON MEHREREN SCHALTGETRIEBEINHEITEN GLEICHZEITIG

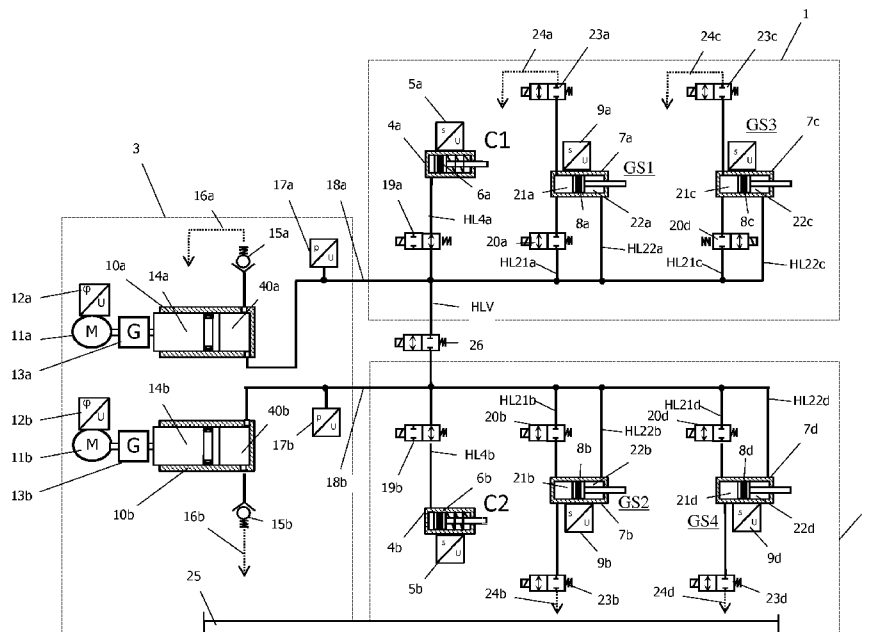


Fig. 1 a

(57) Abstract: The invention relates to a transmission comprising at least two driven piston-cylinder units (10a, 10b) which are respectively driven by a drive (11a, 11b) via a transmission (13a, 13b), and the piston-cylinder units (10a, 10b) each comprise a piston (14a, 14b) that defines a working space (40a, 40b), and each working space (40a, 40b) is hydraulically connected to at least one clutch actuator (4a, 4b) and at least one gear actuator (7a-d) by means of a main hydraulic line (18a, 18b), the clutch actuator (4a, 4b) comprising a working space (4a', 4b') defined by a piston (6a, 6b). The invention is characterised in that a valve (19a, 19b) is respectively arranged



WO 2018/046144 AI

KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

between each working space (4a', 4b') of a clutch actuator (4a, 4b) and a main hydraulic line (18a, 18b), and the pressure in the clutch actuators (4a, 4b) is both increased and decreased by the movement of the piston (14a, 14b) of a piston-cylinder unit (10a, 10b).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Schaltgetriebe, mindestens zwei angetriebene Kolben-Zylinder-Einheiten (10a, 10b) aufweisend, welche jeweils über ein Getriebe (13a, 13b) von einem Antrieb (11a, 11b) angetrieben sind, und die Kolben-Zylinder-Einheiten (10a, 10b) jeweils einen Kolben (14a, 14b) aufweisen, welcher einen Arbeitsraum (40a, 40b) begrenzt, und jeder Arbeitsraum (40a, 40b) über eine Hydraulikhauptleitung (18a, 18b) mit mindestens einem Kupplungssteller (4a, 4b) und mindestens einem Gangsteller (7a-d) in hydraulischer Verbindung ist, wobei die Kupplungssteller (4a, 4b) einen durch einen Kolben (6a, 6b) begrenzten Arbeitsraum (4a', 4b') aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen jedem Arbeitsraum (4a', 4b') eines Kupplungsstellers (4a, 4b) und einer Hydraulikhauptleitung (18a, 18b) jeweils ein Ventil (19a, 19b) angeordnet ist, und sowohl der Druckaufbau sowie der Druckabbau in den Kupplungsstellern (4a, 4b) durch das Verstellen des Kolbens (14a, 14b) einer Kolben-Zylinder-Einheit (10a, 10b) erfolgt.

5

Elektrohydraulisches System für die Betätigung von Mehrfachkupplungen und Gangstellern mit hochgenauer Regelung von mehreren Schaltgetriebeeinheiten gleichzeitig

10

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Schaltgetriebe nach dem Oberbegriff des Anspruch 1.

Stand der Technik

Aus DE 10 2006 038 446 AI ist ein Schaltgetriebe mit einer elektromotorischen angetriebenen Kolben-Zylinder-Einheit beschrieben, bei dem eine oder zwei Kolben-Zylinder-Einheiten vier Gangsteller und zwei Kupplungen betätigen. Die Kolben-Zylinder-Einheit erzeugt den zum Verstellen der Gangsteller und Kupplungen benötigten Druck, wobei ein Drucksensor den erzeugten Druck misst. Die DE 10 2006 038 446 AI beschreibt hierfür zwei mögliche Ausführungsformen. Bei der ersten Ausführungsform werden Kupplungen und Gangsteller über für eine Betätigung von sogenannten Multiplexventilen mittels der Kolben-Zylinder-Einheit verstellt. Dabei kann der Druckaufbau als auch der Druckabbau über die Kolben-Zylinder-Einheit erfolgen. Es ist jedoch auch möglich, dass für bestimmte oder alle Verbraucher zusätzliche Auslassventile vorgesehen werden, über die der Druck in den einzelnen Verbrauchern geregelt abgesenkt werden kann.

Aus DE 10 2006 014 280 ist ein Schaltgetriebe vorbekannt, bei dem die Kupplungssteller und Gangsteller mittels zweier Kolben-Zylinder-Einheiten verstellt werden, wobei der Druckaufbau und -abbau in den Kupplungsstellern über Proportionalventile erfolgt.

Aufgabe der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, das aus DE 10 2006 038 446 AI bekannte Schaltgetriebe weiter zu verbessern.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einem Schaltgetriebe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen dieses Schaltgetriebes ergeben sich durch die Merkmale der Unteransprüche.

Die Erfindung zeichnet sich vorteilhaft dadurch aus, dass zwischen jedem Arbeitsraum eines Kupplungsstellers und einer Hydraulikhauptleitung jeweils ein Ventil angeordnet ist, und sowohl der Druckaufbau sowie der Druckabbau in
10 den Kupplungsstellern durch das Verstellen des Kolbens einer Kolben-Zylinder-Einheit erfolgt, wobei das Ventil für die Druckänderung im Kupplungssteierer geöffnet ist und zum Druckhalten im Kupplungssteierer, sowie zum Deaktivieren des Kupplungsstellers während andere Schaltgetriebeeinheiten der jeweiligen Hydraulikhauptleitung betrieben werden, geschlossen ist. Hierdurch ist eine
15 hochpräzise Steuerung eines Mehrfachkupplungssystems möglich, wobei mehrere Gangsteller und mindestens zwei Kupplungen geschaltet werden können. Die Ventile, mittels derer die Kupplungssteierer von den Kolben-Zylinder-Einheiten, welche zur Verstellung der Kupplungssteierer dienen, können vorteilhaft reine 2/2-Wege-Schaltventile sein, da über sie keine Proportionalregelung
20 erfolgt. Vielmehr erfolgt der Druckauf- und -abbau über die Verstellung des jeweiligen Kolbens der zugehörigen Kolben-Zylinder-Einheit. Hierbei wird vorteilhaft über eine Volumensteuerung die zum Schalten des Kupplungsstellers benötigte Fluidmenge mit der Kolben-Zylinder-Einheit verschoben. Dabei kann vorteilhaft eine Druckvolumenkennlinie verwendet werden, in der die Druck-
25 änderung bei einer entsprechenden Wegänderung des Kolbens der Kolben-Zylinder-Einheit abgelegt ist. Zudem kann auch noch ein Model verwendet werden, welches die entsprechenden Zusammenhänge simuliert und somit benötigte Regelungsgrößen und Parameter bestimmt werden können, wodurch eine präzise Druckgradientenregelung möglich ist. Bei dem erfindungsgemä-
30 ßen Schaltgetriebe kann somit vorteilhaft auf teure Proportionalventile verzichtet werden.

Das erfindungsgemäße Schaltgetriebe kommt somit vorteilhaft mit einem Win-

kelgeber am Antrieb einer Kolben-Zylinder-Einheit aus, um den sehr hohen Anforderungen an eine sehr präzise Druckregelung (Microschlupfregelung) der Kupplungen zu genügen. Sowohl beim gleichzeitigen Umschalten von zwei Kupplungen - eine Kupplung wird geöffnet, während die andere Kupplung geschlossen wird - als auch beim Gangschalten kann es vorkommen, dass die Last des Verbrennungsmotors sich ändert und die Kupplung somit nachgeregelt werden muss (Schlupfregelung), damit der Fahrer den Gangwechsel nicht spürt, so dass ein maximaler Fahrkomfort erreicht wird.

Dies ist mit einer klassischen Steuerung über Druckgeber bzw. Drucksensoren nicht möglich, da Druckgeber nicht die Auflösung haben wie ein Winkelgeber eines Elektromotors. Wird ein Druckgeber verwendet, um den Druck bzw. die Kolbenkraft auf die Kupplung zu bestimmen ($\text{Kraft bzw. Kupplungsmoment} = \text{Fläche} \cdot \text{Druck}$), wird mit den üblichen Druckgebern lediglich eine Auflösung von ca. 0,5 bar erreicht. Der Einsatz eines Winkelgebers bringt dagegen eine um den Faktor 10 höhere Auflösung. Ein Druckgeber mit entsprechender hoher Auflösung ist dagegen viel teuer. Der Winkelgeber kann z.B. ein klassischer Hallsensor sein, der sehr günstig und auch einfach abgetastet werden kann.

Die Gangsteller des erfindungsgemäßen Schaltgetriebes weisen in der Regel jeweils einen ersten und einen zweiten durch einen Kolben getrennten Arbeitsraum auf, wobei die Arbeitsräume der Kupplungssteller über hydraulische Verbindungsleitungen mit der jeweils zugeordneten Hydraulikhauptleitung in Verbindung sind. Die ersten Arbeitsräume der Gangsteller sind dabei jeweils mittels hydraulischer Verbindungsleitungen mit der jeweils zugeordneten Hydraulikhauptleitung in Verbindung sind, wobei die hydraulischen Verbindungsleitungen jeweils mittels eines Schaltventils absperrbar sind.

Die die beiden Arbeitsräume begrenzenden Kolbenflächen der Kolben der Gangsteller sind unterschiedlich groß ausgebildet, wobei die größere Kolbenfläche den ersten Arbeitsraum begrenzt.

Die zweiten Arbeitsräume der Gangsteller sind in einer ersten Ausführungsform mit der gleichen Hydraulikhauptleitung verbunden, mit der auch die Hydraulikzuleitungen in denen das dem Gangsteller zugeordnete Schaltventil an-

geordnet ist, verbunden. In einer zweiten möglichen Ausführungsform sind hingegen die zweiten Arbeitsräume der Gangsteller mittels jeweils einer hydraulischer Verbindungsleitung mit der anderen Hydraulikhauptleitung verbunden, mit der die Hydraulikzuleitung des jeweiligen Gangstellers, in der das zugehörige Schaltventil angeordnet ist, nicht unmittelbar verbunden ist.

Bei der zuvor beschriebenen ersten Ausführungsform kann der erste Arbeitsraum mindestens eines Gangstellers über eine hydraulische Leitung mit einem Reservoir in Verbindung sein, wobei zum Wahlweisen Öffnen und Absperren der hydraulischen Leitung in dieser ein Schaltventil, insbesondere ein 2/2-Wege-Ventil, angeordnet ist. Bei dieser Ausführungsform, welche in Fig. 1a und 1b dargestellt und beschrieben ist, wird z.B. beim Verstellen des jeweiligen Gangstellers, z.B. 7a, nach rechts, das zugehörige Ventil 20a geöffnet und das Ventil 23a, welches in der zum Reservoir führenden Hydraulikleitung angeordnet ist, geschlossen. Wird nun der Kolben der Kolben-Zylinder-Einheit verstellt, so wird durch das Verschieben des Hydraulikmediums ein Druck in der Hydraulikhauptleitung aufgebaut. Aufgrund der unterschiedlich großen Kolbenflächen, welche die beiden Arbeitsräume des Gangstellers begrenzen, ergibt sich eine resultierende Kraft $F = p \cdot (A_{21a} - A_{22a})$, welche den Kolben des Gangstellers nach rechts verstellt. Dabei bestimmt der aufgebaute Druck die Verstellgeschwindigkeit des Kolbens des Gangstellers und das mittels des Kolbens der Kolben-Zylinder-Einheit verschobene Volumen des Hydraulikmediums die Endstellung des Kolbens des Gangstellers (Volumensteuerung). Zum Verstellen des Kolbens des Gangstellers nach links wird nun das Ventil 20a geschlossen und das Ventil 23a geöffnet. Mittels einer Volumensteuerung wird nunmehr Hydraulikmedium mittels der Kolben-Zylinder-Einheit in den rechten Arbeitsraum des Gangstellers gefördert. Im Reservoir herrscht atmosphärischer Druck, wodurch sich aufgrund der unterschiedlichen Kolbenflächen des Kolbens des Gangstellers eine resultierende Kraft

$$\Delta F = P_{22a} \cdot A_{22a} - P_{21a} \cdot A_{21a}, \text{ mit } P_{21a} \approx \text{lbar.}$$

Vorteilhaft können die beiden Hydraulikhauptleitungen über eine hydraulische Verbindungsleitung miteinander verbunden sein, wobei in der hydraulischen Verbindungsleitung ein Schaltventil zum wahlweisen Öffnen oder Verschließen der hydraulischen Verbindungsleitung angeordnet ist. Hierdurch ergeben sich

vorteilhaft viele zusätzliche Möglichkeiten und Redundanzen. So kann über die Verbindungsleitung bei Ausfall einer Kolben-Zylinder-Einheit die andere deren Funktion übernehmen. Auch ist es möglich, dass der in einer Kupplung gespeicherte hydraulische Druck unterstützend zum Schalten der anderen Kupplung genutzt werden kann.

Die Steuereinheit, welche den jeweiligen elektromotorischen Antrieb zum Verstellen mindestens einer der Schaltgetriebeeinheiten steuert, verwendet als Stellgröße für die Regelung des Antriebes den Drehwinkel ϕ des Antriebes, den durch den Antrieb fließende Motorstrom i , die Kolbenposition s und/oder die Wegstrecke A_s des Kolbens der Kolben-Zylinder-Einheit, ist, damit der Kolben ein benötigtes Hydraulikvolumen in oder aus der jeweiligen einer Schaltgetriebeeinheit fördert.

Vorteilhaft können die Schaltgetriebeeinheiten einen Positionssensor bzw. Stellungssensor aufweisen. Deren Signale können vorteilhaft zur Regelung des Antriebes und/oder zur Kalibrierung der Regelung und/oder des Simulationsmodells verwendet werden.

Sofern ein Druckgeber verwendet wird, so wird dieser lediglich für Kalibrierung oder Redundanz verwendet. Gegebenenfalls ist ein sehr einfacher Druckgeber nur für Kalibrierzwecke ausreichend, um eine Zuordnung des durch den Elektromotor fließenden Stroms zum Druck zu erfassen, damit Veränderungen im System, z.B. Wirkungsgradänderung der Trapezspindel berücksichtigt werden. Dies kann aber auch über einen Wegsensor der Gangsteller oder Kupplungen erfolgen. Der Abgleich ist entscheidend, wenn z.B. eine Trapezspindel im Elektromotor verwendet wird, die aufgrund ihrer Eigenschaften, z.B. ist sie aus Kunststoff hergestellt, hohe Wirkungsgradschwanken im Betrieb aufweist. Ein Einsatz der Trapezspindel führt aber zu signifikanten Kosteneinsparungen, der Mehraufwand für einen oder mehrere Kalibriersensoren ist dagegen gering.

Auch können beide Hydraulikaktuatoren in Form der Kolben-Zylinder-Einheiten mit nur einem Druckgeber abgeglichen werden. Dies kann z.B. über die Verbindungsleitung und das darin angeordnete Ventil erfolgen, welche die beiden Hydraulikhauptleitungen miteinander verbindet.

Das System kann zudem vorteilhaft derart vereinfacht werden, in dem auf Wegsensoren in Kupplung und Gangsteller verzichtet wird. Primär sollte jedoch aus Sicherheitsgründen (z.B. Erkennung von Leckagen im Hydrauliksystem, Überprüfung der Anfangs- und Endposition vor und nach einem Gangstellvorgang), ein sehr einfacher Sensor, z.B. digitaler Hall-Schalter zur Ermittlung der diskreten Position der Gangschalter (links, neutral, rechts) und Kupplungen verwendet werden, wobei bei der Kupplung nur eine diskrete Position benötigt wird. Im einfachsten Fall wird nur ein Kalibriersensor für beide Kolben-Zylinder-Einheiten verwendet. Kupplungen und Gangsteller werden dann ausschließlich über Wegsteuerung des Motors bei gleichzeitiger Nutzung des Stromes des Elektromotors zur Druckberechnung geregelt. Dies führt zu Einschränkungen in der Genauigkeit. Der Komfort ist aber ausreichend, wobei die volle Funktion für einfache Fahrzeuge gewährleistet ist.

Vorteilhaft kann das erfindungsgemäße Schaltgetriebe mehr als zwei Kupplungssteller aufweisen. So ist es problemlos möglich, dass mit den zwei Kolben-Zylinder-Einheiten drei Kupplungen und mehrere Gangsteller betätigt werden. Bei drei Kupplungsstellern bzw. Kupplungen können davon jeweils zwei gleichzeitig oder eine Kupplung und ein Gangsteller gleichzeitig verstellt bzw. geschaltet werden. So kann der dritte Kupplungssteller beispielsweise über eine Zuführleitung mittels eines 3/3-Wege-Ventil oder mindestens zweier 2/2-Wege-Ventile wahlweise von den beiden Hydraulikhauptleitungen absperrbar oder mit einer der beiden Hydraulikhauptleitungen verbindbar sein. Es ist jedoch auch möglich, dass der dritte Kupplungssteller mittels eines Ventils nur an eine Hydraulikhauptleitung angeschlossen ist. Im letzteren Fall ist dann aber die dritte Kupplung nicht mehr getrennt von beiden anderen Kupplungsstellern steuerbar.

Wie bereits oben ausgeführt, kann zum Umschalten einer Kupplung die hydraulisch in einer anderen Kupplung gespeicherte Energie genutzt werden. Dabei kann insbesondere die gespeicherte Energie aus der einen Kupplung über das die beiden Hydraulikhauptleitungen miteinander verbindende Ventil oder eines oder aber über die beiden Ventile erfolgen, mittels der die dritte Kupplung an die beiden Hydraulikhauptleitungen angeschlossen ist. Die gespeicherte Energie kann dabei zur Unterstützung des Druckaufbaus in einer anderen,

z.B. der zweiten Kupplung genutzt werden. Damit wird die zweite Kolben-Zylinder-Einheit, welche auch als Hydraulikaktuator bezeichnet werden kann, entlastet und kann auf geringere Drehmomente und Leistung ausgelegt werden. Dies hat vorteilhaft große Auswirkungen auf die Kosten, die insbesondere bei einem System mit zwei Kolben-Zylinder-Einheiten, bzw. Hydraulikaktuatoren sehr relevant sind. Hierdurch ist auch der Einsatz einer Trapezspindel möglich, wodurch weitere Kosteneinsparungen möglich sind.

Es ist zudem vorteilhaft möglich, dass mindestens eine Kupplung mittels eines Kühlmediums gekühlt wird, wobei das Kühlmedium mittels des Antriebes einer Kolben-Zylinder-Einheit oder eines gesonderten Antriebes, welcher insbesondere eine Pumpe antreibt, gefördert wird.

Ein besonders günstiges Schaltgetriebe ergibt sich, wenn der Antrieb über eine Trapezspindel den Kolben antreibt.

Ferner können Strömungswiderstände, insbesondere in Form von Blenden in den Hydraulikhauptleitungen, insbesondere in den die Kupplung(en) mit den Gangstellern verbindenden Abschnitten, angeordnet sein. Beispielsweise zeigt Figur 2 eine mögliche Ausführung, wo eine solche Anordnung vorteilhaft genutzt wird. Dabei kann simultan eine Kupplung über Position oder Druck geregelt und eine Gangstellung abgehandelt werden. Der oben angesprochene Strömungswiderstand in Ausführung einer Blende verhindert zum Beispiel bei einer aktiven Regelung der Kupplung CI und einer möglichen Gangstellung nach links im Gangsteller GS2, eine rapide Volumenverdrängung im Kolben des Hydraulikaktuators 10a. Beim Öffnen durch das Schaltventil 20b ist es aufgrund dessen möglich, eine ausreichend akkurate Regelung an der Kupplung CI aufrecht zu erhalten und zugleich Volumen durch den aktiven Hydraulikaktuator 10a für eine Gangstellung bereitzustellen. Hat sich schlussendlich der Kolben aufgrund des höheren Druckes in HL1b als HL2b ausreichend weit nach links verschoben und der gewünschte Gang wurde eingelegt, kann das Ventil 20b wieder geschlossen werden. Die Gangstellung und darüber hinaus die Gangstellungsgeschwindigkeit an sich, ist bei dieser Methode natürlich vom bereitgestellten Druck in HL1b beziehungsweise von der Druckdifferenz in HL1b und HL2b abhängig.

- Wie bereits ausgeführt, eignet sich das erfindungsgemäße Schaltgetriebe vorteilhaft dazu, dass entweder der Druckauf- und Druckabbau in mindestens zwei Kupplungen gleichzeitig, zeitlich überlappend oder nacheinander mittels Hin- und Rückbewegungen der Kolben der Kolben-Zylinder-Einheiten (10a, 10b) erfolgt oder aber der Druckauf- oder Druckabbau in einer Kupplung mit der einen Kolben-Zylinder-Einheiten und ein Verstellen eines Gangstellers gleichzeitig, zeitlich überlappend oder nacheinander mittels der anderen Kolben-Zylinder-Einheiten erfolgt, wobei bei der Druckänderung in einer Kupplung das jeweils zugehörige Ventil geöffnet ist.
- 10 So ist es insbesondere vorteilhaft möglich, wenn entweder der Druckaufbau- und/oder Druckabbau in der ersten Kupplung über die erste Kolben-Zylinder-Einheit und der gleichzeitige Druckaufbau und/oder Druckabbau in der zweiten oder dritten Kupplung über die zweite Kolben-Zylinder-Einheit erfolgt, oder aber der Druckaufbau- und/oder Druckabbau in der zweiten Kupplung über die
- 15 zweite Kolben-Zylinder-Einheit und der gleichzeitige Druckaufbau und/oder Druckabbau in der dritten Kupplung über die erste Kolben-Zylinder-Einheit erfolgt, wobei in allen Fällen die Ventile des Schaltgetriebes derart geschaltet sind, dass die Druckänderung in einer Kupplung die Druckänderung in einer anderen Kupplung nicht beeinflusst.
- 20 Durch die Wegsteuerung der Kolben der Kolben-Zylinder-Einheiten, was einer Volumensteuerung entspricht, ergibt sich vorteilhaft ein kostengünstiger Aufbau, bei dem die Anzahl der benötigten Ventile reduziert werden kann. Aufgrund der Weg- bzw. Volumensteuerung kann in einfacher Weise, ohne eine aufwendige Drucksteuerung mindestens eine Schaltgetriebeeinheit mehr als
- 25 zwei Schaltpositionen aufweisen, da aufgrund der Inkompressibilität des Hydraulikmediums über ein vorbestimmtes gefördertes Volumen die jeweilige Schaltgetriebeeinheit gezielt in eine der möglichen Stellungen verstellt werden kann. Durch die Weg- bzw. Volumensteuerung mit Kolben können die Komponenten der Schaltgetriebeeinheiten insbesondere Gang- und Kupplungssteller
- 30 zudem genau und schneller verstellt werden als mit Proportionalventilen, da aufgrund von Vorkenntnissen des Verschiebevolumens eine zusätzliche Steuergröße herangezogen werden kann.

Nachfolgend werden verschiedene mögliche Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Schaltgetriebes anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen :

5 Figur 1a: Twin-Hydraulikaktuator mit zehn oder optional elf Magnetventilen;

 Figur 1b: Twin-Hydraulikaktuator mit drei Kupplungen;

 Figur 2: Twin-Hydraulikaktuator mit sechs oder optional sieben Magnetventilen.

10 Die Figur 1 a zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Betätigungseinheit in Ausführung eines Mehrkupplungsgetriebes.

 Die Betätigungseinheit besteht aus dem Teilgetriebe 1, dem Teilgetriebe 2 und der Druckversorgungseinheit 3. Die Druckversorgungseinheit besteht aus den beiden Kolben-Zylinder-Einheiten bzw. Hydraulikaktuatoren 10a und 10b. Vorzugsweise ist das Getriebe so konfiguriert, dass in einem Teilgetriebe 1 die ungeraden Gänge, und im anderen Teilgetriebe die geraden Gänge und Rückgang angeordnet sind.

 Beide Teilgetriebe und beide Hydraulikaktuatoren sind prinzipiell identisch aufgebaut, sodass im Folgenden nur das Teilgetriebe 1 und Hydraulikaktuator 1 näher beschrieben werden. Zur besseren Übersicht sind dessen Bezugszeichen mit dem Index a und c versehen. Die Beschreibung gilt auch für das Teilgetriebe 2 und Hydraulikaktuator 2 mit dem entsprechenden Wechsel der Indizes Bezugszeichen von a auf b, bzw. c auf d. Auch kann die erfindungsgemäße Idee auf Getriebe mit unterschiedlich vielen hydraulischen Stellgliedern erweitert werden. Es können mehr oder weniger Kupplungen C1, C2 bzw. Gangsteller 7a-d als hier dargestellt angeschlossen werden.

 Im Teilgetriebe 1 betätigt der Betätigungskolben 6a des Kupplungssteller 4a die nicht weiter dargestellte Kupplung C1. Der Hub wird dabei über den Wegsensor 5a erfasst. Die nicht weiter dargestellte Kupplung C1 ist vorzugsweise

so ausgeführt, dass diese im unbetätigten Fall von der Kupplungsfeder geöffnet wird.

Das Teilgetriebe 1 besteht aus den Gangstellern 7a und 7c. Auch hier wird nur die Funktion des Gangstellers 7a beschrieben. Durch den entsprechenden
5 Wechsel der Indizes gilt die Beschreibung auch für den Gangsteller 7c, bzw. die Gangsteller 7b und 7d des Teilgetriebes 2.

Der Gangstellerkolben 8a betätigt über die nicht dargestellte Getriebebeschaltgabel die jeweiligen Gänge des nicht dargestellten Doppelkupplungsgetriebes. Der Wegsensor 9a erfasst den Hub des Gangstellerkolbens 8a.

10 Der Gangsteller 7a ist als doppelwirkender Kolben 8a ausgeführt. Die beiden Gangstellerkammern 21a und 22a haben unterschiedlich große hydraulisch wirksame Flächen. Beide Gangstellerkammern sind mit der Druckleitung 18a, welche die erste Hydraulikhauptleitung bildet, verbunden, wobei die linke Gangstellerkammer 21a durch das Gangstellerventil 20a von der Druckleitung
15 18a getrennt werden kann. Zudem kann die linke Gangstellerkammer 21a durch entsprechendes Schalten des Gangstellerauslassventils 23a über die Hydraulikleitung 24a mit dem Reservoir 25 verbunden werden.

Der Hydraulikaktuator 1 besteht aus dem Antriebs-Motor 11a, einem Getriebe 13a und einem Hydraulikkolben 14a mit der Hydraulikkammer 40a. Die Hydraulikkammer 40a kann über das Rückschlagventil 15a und der hydraulischen
20 Leitung 16a aus dem Reservoir 25 Hydraulikflüssigkeit ansaugen indem die Schaltventile 19a, 20a 20c und 26 geschlossen werden und der Kolben 14a zurückfährt. Fährt der Kolben 14a hingegen vor wird die Hydraulikflüssigkeit in der Kammer 40a verdrängt, wodurch in der Druckleitung 18a Druck entsteht.
25 Dieser Druck kann durch den optionalen Druckgeber 17a erfasst werden.

Der Motorwinkelsensor erfasst die Rotorlage und kann somit über die bekannte Getriebeübersetzung den Kolbenhub erfassen. Alternativ kann über einen entsprechenden nicht dargestellten Stromsensor in der Elektronik, das Motormoment und somit indirekt der Druck in der Hydraulikkammer 40a gemessen
30 werden.

In Doppelkupplungsgetrieben werden die Kupplungen oftmals im sogenannten Mikro-Schlupf betrieben. Dies wird speziell bei sogenannten nassen Kupplungen aber auch bei trockenen Kupplungen gemacht. Dadurch ist es notwendig, dass die Kupplungsbetätigung permanent nachgeregelt werden muss. Durch
5 die erfindungsgemäße Verwendung von zwei Hydraulikaktuatoren ist es möglich, dass ein Hydraulikaktor permanent den Druck in der aktiven Kupplung regelt und der andere Hydraulikaktor simultan und unabhängig die Gangstellung des inaktiven Teilgetriebes erledigt.

Da die Kupplungsbetätigung und Gangstellung somit unabhängig voneinander
10 erfolgt ist es möglich beispielsweise eine Trapezspindel als Getriebe einzusetzen und trotzdem auf einen Druckgeber zu verzichten. Eine Trapezspindel hat gegenüber einem Kugelgewindetrieb den Nachteil einen schlechteren Wirkungsgrad zu haben, welcher zudem über Lebensdauer variieren kann. Somit wird die Druckschätzung über den Motorstrom zunehmend ungenauer. Ist die
15 Kupplungsansteuerung auf eine genaue Druckregelung angewiesen, ist somit ein Druckgeber erforderlich. Dies wäre der Fall, wenn die Ansteuerung der aktiven Kupplung kurzzeitig unterbrochen werden muss, um z.B. eine Gangstellung zu erledigen. Da aber in der beschriebenen Ausführungsform die Kupplungsbetätigung nicht unterbrochen werden muss, ist es möglich rein auf die
20 Kupplungsstellerposition zu regeln.

Durch das Verbindungsventil 26 können die beiden Hydraulikleitungen 18a und 18b verbunden werden. Somit ist es möglich bei einem schnellen Kupplungswechsel den Druck aus der öffnenden Kupplung in die schließende Kupplung zu übertragen. Somit muss der Hydraulikaktor der Schließenden Kupplung
25 eine geringere Leistung aufbringen und kann somit kleiner ausgeführt werden, wodurch Kosten gespart werden können.

Zudem ist es möglich, dass z.B. bei Ausfall eines Hydraulikactuators der noch funktionierende Hydraulikaktor die Ansteuerung die Kupplungen und Gangsteller von beiden Teilgetriebesträngen ansteuert mit entsprechenden Performanceeinschränkungen ansteuert und somit einen Notbetrieb ermöglicht. Im
30 Speziellen ist es somit sicher möglich den Rückwärtsgang einzulegen.

Ein weiterer Vorteil des Verbindungsventils ist, dass somit für Sonderfälle beide Hydraulikaktuator gemeinsam eine Kupplung betätigen können. Dies kann von Vorteil sein, wenn die Leistung eines Kupplungsstellers nicht ausreichen sollte um die maximale Kupplungsbetätigungskraft zu erreichen.

- 5 Das Verbindungsventil 26 ist aber trotzdem als optional zu betrachten und für die Grundfunktion der Getriebeansteuerung nicht zwingend erforderlich.

In der beschriebenen Ausführungsform der Betätigungseinheit eines Mehrkupplungsgetriebes erfolgen alle Ansteuerungen der hydraulischen Stellglieder durch die Position und Geschwindigkeit der Hauptzylinder 14a und 14b, bzw.
10 des Druckes in den Druckleitungen 18a und 18b. Die Ventile müssen keine Druckregelaufgabe erfüllen, sondern stellen eine reine hydraulische Verbindung zwischen der den jeweiligen Druckkammern dar.

Sämtliche dargestellte Ventile können somit als rein digital schaltende 2/2 Wegeventile dargestellt. Diese können als sogenannte Kugelsitzventile ausgeführt werden. Diese Ventile sind gegenüber Proportionalventilen wesentlich
15 kostengünstiger und haben eine wesentlich geringere Leckage im geschlossenen Zustand. Die zum Schalten erforderliche Elektronik ist zudem vorteilhaft wesentlich einfacher. Auch ist die Ansteuerlogik dieser Ventile einfacher, da keine thermischen Modelle usw. erforderlich ist. Die Kugelsitz Ventile bauen
20 zudem kleiner.

Kugelsitz-Ventile in 2/2 Wege Ausführung können stromlos offen oder stromlos geschlossen ausgeführt werden. In sämtlichen Figuren ist die vorzugsweise Ausführungsform ausgeführt. Auch die jeweils andere Ausführungsform ist jedoch möglich.

- 25 Die Fig. 1 b zeigt die Erweiterung der in Figur 1 a beschriebenen Aktuatorik auf ein Getriebe mit weiteren hydraulischen Stellgliedern, hier beispielweise einer 3. Kupplungen. Solche Getriebe kommen beispielsweise in Hybridfahrzeugen zum Einsatz. Dort wird über Öffnen der 3. Kupplung das Getriebe vom Verbrennungsmotor abgekoppelt.

Die Zusatzkupplung 41 ist über die Zusatzventile 42a und 42 b mit den Druckleitungen 18a und 18b verbindbar. Je nach Ansteuerlogik und Fahrzustand kann diese Kupplung über den Hydraulikaktuator 1 oder den Hydraulikaktuator 2 betätigt werden. Die Kupplung kann über Position oder Druck geregelt werden. Die Kupplung kann als unbetätigt offen oder geschlossen ausgeführt werden. Zudem ist es möglich eine Kupplung mit Leckage z.B. mit hydraulischer Drehdurchführung zu betätigen.

Es ist auch möglich ein oder mehrere weiteren nicht dargestellte Gangsteller anzusteuern, indem diese mit derselben Schaltlogik angesteuert werden.

10 Die Fig. 2 zeigt eine weitere mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Betätigungseinheit in Ausführung eines Mehrkupplungsgetriebes.

Die Betätigung der Kupplungssteller 4a und 4b erfolgt wie in Figur I a beschrieben. Auch ist es möglich wie in Fig. I b dargestellt eine oder mehrere weitere Stellglieder, z.B. Kupplungssteller über eine entsprechende Ventil-Schaltung zu betätigen.

Gegenüber der Figur I a ist hier die Anzahl der Schaltventile für die Gangstellung reduziert. Dies kann erreicht werden indem bei der Gangstellung beide Hydraulikaktuator zusammenarbeiten.

Im Folgenden wird beschrieben wie gleichzeitig der Kupplungssteller 4a aktiv geregelt wird und gleichzeitig der Gangsteller 7b von der dargestellten Mittel-lage in die rechte Endlage bewegt wird :

Zunächst sind alle Schaltventile bis auf 19a geschlossen. Der Hydraulikaktuator 10a steuert den Kupplungssteller 4a direkt an. Der Druck in der Druckleitung 18a liegt somit auch in der rechten Gangstellerkammer 22b des Gangstellers 7b an. Da das Ventil 20b geschlossen ist bewegt sich der Gangstellerkolben 8b nicht. Trotzdem baut sich in der linken Gangstellerkammer 21b ein Druck auf. Da die linke Gangstellerkammer 21b eine größere hydraulisch aktive Fläche hat als die rechte Gangstellerkammer 22b ist der Druck in der linken Gangstellerkammer entsprechend dem Flächenverhältnis der beiden Gangstellerkammern kleiner.

Dieser sich in der linken Gangstellerkammer 21b einstellende Druck wird nun vom Hydraulikaktuator 10b angesteuert. Als Regelgröße kann hierzu der Druckgeber 17b verwendet werden. Alternativ kann der Druck auch über den Motorstrom ausreichend genau eingeregelt werden. Nun wird das Gangstellereinlassventil 20b geöffnet. Da auf den Gangstellerkolben 8b ein Kräftegleichgewicht wirkt, bleibt dieser zunächst in der Mittelstellung stehen. Nun beginnt der Hydraulikaktuator 10b Hydraulikflüssigkeit in die Linke Gangstellerkammer 21b zu fördern. Gleichzeitig wird im Hydraulikaktuator 10a der Hauptzylinder 14a rückwärts bewegt, sodass der Druck im Gangsteller 4a konstant bleibt, aber gleichzeitig Flüssigkeit aus der rechten Gangstellerkammer 22b entnommen wird. Auch ist es möglich während diesem Vorgang den Druck bzw. Position des Kupplungsstellers zu modulieren. Ein optionales hydraulisches Dämpfungselement 27a kann eingesetzt werden um die Beeinflussung des Druckes im Gangsteller 4a durch einen dynamischen Gangschaltvorgang zu reduzieren.

Der Ablauf des Schaltvorgangs des Gangstellers 7b in die linke Endlage erfolgt nahezu identisch. Lediglich die Bewegungsrichtung der beiden Hydraulikaktuator ändert sich, sodass der Hydraulikaktuator 10b Flüssigkeit aus der linken Hydraulikaktuatorkammer 21b abzieht und der Hydraulikaktuator 10a Flüssigkeit in die rechte Hydraulikaktuatorkammer 22b hineinfördert.

Der Ablauf für Schaltvorgänge der Gangsteller 7a-9d erfolgt analog zum hierbei exemplarisch beschriebenen Fall. Es wird lediglich das entsprechende Gangstellereinlassventil 20a-20d geöffnet.

Zu erwähnen gilt, dass die Ansteuerung der Gangstellerkolben 8a-8d so gewählt ist, dass der Druck des aktiven Kupplungsstellers 4a oder 4b jeweils auf die rechte Gangstellerkammer 22a-22d wirkt. Somit muss der Druck welcher in der jeweils anzusteuern den linken Gangstellerkammer 21a-21d aufgebaut werden muss jeweils geringer als der Druck in dem aktiven Gangsteller 4a oder 4b. Somit können die Hydraulikaktuator 10a-10b auf den maximal erforderlichen Druck für die Kupplungsbetätigung ausgelegt werden und müssen nicht noch höhere Drücke für die Gangstellung vorsehen. Somit muss gegenüber einer anderen Ausführungsform, z.B. wie in Fig. 1a beschrieben kein höheres Motormoment vorgesehen werden.

Durch die beschriebene Ausführungsform der Betätigungseinheit ist es somit möglich die Anzahl der erforderlichen Schaltventile zu reduzieren und trotzdem die vollen Freiheitsgrade in der gleichzeitigen Regelung der Kupplung und Gangstellung zu haben. Die Leistungsanforderungen an den Hydraulikaktuator
5 10a und 10b erhöhen sich dadurch nicht gegenüber der Ausführungsform in Fig. 1a.

Wie bereits in Fig. 1a beschrieben kann auch hier ein Verbindungsventil 26 eingesetzt werden mit den bereits beschriebenen Vorteilen. Zusätzlich kann das Verbindungsventil genutzt werden um aus den Hydraulikaktuatoren 10a
10 oder 10b Hydraulikflüssigkeit in das Reservoir 25 abzulassen oder nachzusaugen. Wenn sich beispielsweise der Hauptzylinder 14a in der gezeichneten Endlage befindet ist die Druckkammer 40b über ein nicht im Detail dargestelltes Schnüffelloch hydraulisch über die Leitung 16b mit dem Reservoir verbunden. Wenn nun der Hauptzylinder 14a bei geöffnetem Verbindungsventil 26 vorge-
15 fahren bzw. zurückgefahren wird, kann das Volumen der Hydraulikflüssigkeit in der Druckkammer 40a aktiv reduziert oder erhöht werden. Dies ermöglicht einen zusätzlichen Freiheitsgrad in der Ansteuerung. Da dieser Freiheitsgrad nicht unbedingt, bzw. nur in besonderen Situationen erforderlich ist, ist der Einsatz des Verbindungsventils nicht zwingend erforderlich.

20 Wie bereits in Fig. 1b beschrieben, ist es auch hier möglich eine oder mehrere weitere hydraulische Stellglieder z.B. einen 3. Kupplungssteller anzusteuern indem durch diese durch eine entsprechende Ventilschaltung an die Druckleitungen 18a und 18b angeschlossen werden. Diese Ausführungsform ist hier nicht im speziellen ausgeführt.

25

Bezuaszeichenliste

	1	Teilgetriebe
	2	Teilgetriebe
5	3	Druckversorgungseinheit
	4a-4b	Kupplungssteller
	5a-5b	Wegsensor Kupplungssteller
	6a-6b	Kupplungsbetätigungskolben
	7a-7d	Gangsteller
10	8a-8d	Gangstellerkolben
	9a-9d	Wegsensor Gangsteller
	10a-10b	Kolben-Zylinder-Einheit in Form eines Hydraulikaktuators
	11a-11b	Antriebsmotor
	12a-12b	Motorwinkelsensor
15	13a-13b	Getriebe
	14a-14b	Hauptzylinder
	15a-15b	Rückschlagventil
	16a-16b	Verbindung zum Vorratsbehälter
	17a-17b	Drucksensor
20	18a-18b	Druckleitung
	19a-19b	Kupplungsventil
	20a-20d	Gangstellereinlassventil
	21a-21d	linke Gangstellerkammer
	22a-22d	rechte Gangstellerkammer
25	23a-23d	Gangstellerauslassventil
	24a-24d	Verbindung zum Vorratsbehälter
	25	Reservoir
	26	Verbindungsventil
	27a-27b	hydr. Dämpfungselement
30	40a-40b	Arbeitsraum/Hydraulikkammer
	41	Zusatzkupplung
	42a-b	Zusatzkupplungsventil
	HL1, HL2	Hydraulikhauptleitungen
	HLV	hydraulische Verbindungsleitung
35		

Patentansprüche

1. Schaltgetriebe, mindestens zwei angetriebene Kolben-Zylinder-Einheiten (10a, 10b) aufweisend, welche jeweils über ein Getriebe (13a, 13b) von einem Antrieb (11a, 11b) angetrieben sind, und die Kolben-Zylinder-Einheiten (10a, 10b) jeweils einen Kolben (14a, 14b) aufweisen, welcher einen Arbeitsraum (40a, 40b) begrenzt, und jeder Arbeitsraum (40a, 40b) über eine Hydraulikhauptleitung (18a, 18b) mit mindestens einem Kupplungssteller (4a, 4b) und mindestens einem Gangsteller (7a-d) in hydraulischer Verbindung ist, wobei die Kupplungssteller (4a, 4b) einen durch einen Kolben (6a, 6b) begrenzten Arbeitsraum (4a', 4b') aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen jedem Arbeitsraum (4a', 4b') eines Kupplungsstellers (4a, 4b) und einer Hydraulikhauptleitung (18a, 18b) jeweils ein Ventil (19a, 19b) angeordnet ist, und sowohl der Druckaufbau sowie der Druckabbau in den Kupplungsstellern (4a, 4b) durch das Verstellen des Kolbens (14a, 14b) einer Kolben-Zylinder-Einheit (10a, 10b) erfolgt.

5

10

15
2. Schaltgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Gangsteller (7a-d) jeweils einen ersten und einen zweiten durch einen Kolben (8a-d) getrennten Arbeitsraum (21a-d, 22a-d) aufweisen, wobei die Arbeitsräume (4a', 4b') der Kupplungssteller (4a, 4b) über hydraulische Verbindungsleitungen (HL4a, HL4b) mit der jeweils zugeordneten Hydraulikhauptleitung (HL1, HL2) in Verbindung sind, und dass die ersten Arbeitsräume (21a-d) der Gangsteller (7a-d) mittels hydraulischer Verbindungsleitungen (HL21a-d) mit der jeweils zugeordneten Hydraulikhauptleitung (HL1, HL2) in Verbindung sind, wobei die hydraulischen Verbindungsleitungen (HL4a, HL4b, HL21a-d) jeweils mittels eines Schaltventils (19a, 19b, 20a-d)) absperrbar sind.

20

25
3. Schaltgetriebe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Hydraulikhauptleitungen (HL1, HL2) über eine hydraulische Verbindungsleitung (HLV) verbunden sind, wobei in der hydraulischen Verbindungsleitung (HLV) ein Schaltventil (26) zum wahlweisen Öffnen oder

30

Verschließen der hydraulischen Verbindungsleitung (HLV) angeordnet ist.

4. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Arbeitsräume (21a-d, 22a-d) begrenzenden Kolbenflächen des Kolbens (8a-d) der Gangsteller (7a-d) unterschiedlich groß sind, und dass in der Hydraulikzuleitung (HL21a-d), welche mit dem Arbeitsraum (21a-d) in Verbindung ist, welcher von der größeren Kolbenfläche des Kolbens (8a-d) begrenzt ist, das Schaltventil (20a-d) zum wahlweise Öffnen und Verschließen der Hydraulikzuleitung (HL21a-d) angeordnet ist.
5. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Arbeitsräume (22a-d) der Gangsteller (7a-d) mit der gleichen Hydraulikhauptleitung (18a, 18b) verbunden sind, mit der auch die Hydraulikzuleitungen (HL21a-d) in denen das dem Gangsteller (7a-d) zugeordnete Schaltventil (20a-d) angeordnet ist, verbunden sind.
6. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zweiten Arbeitsräume (22a-d) der Gangsteller (7a-d) mittels jeweils einer hydraulischer Verbindungsleitung (HL22a-d) mit der anderen Hydraulikhauptleitung (18a, 18b) verbunden sind, mit der die Hydraulikzuleitung (HL21a-d) des jeweiligen Gangstellers (7a-d), in der das zugehörige Schaltventil (20a-d) angeordnet ist, nicht unmittelbar verbunden ist.
7. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Arbeitsraum (21a-d) mindestens eines Gangstellers (7a-d) über eine hydraulische Leitung (24a-d) einem Reservoir (25) in Verbindung ist, wobei zum Wahlweisen Öffnen und Absperren der hydraulischen Leitung (24a-d) in dieser ein Schaltventil (23a-d), insbesondere ein 2/2-Wege-Ventil, angeordnet ist.
8. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinheit zum Verstellen mindestens einer der Schaltgetriebeeinheiten (4a, 4b, 7a-d) den jeweiligen elektromotorischen

- Antrieb (IIa-d) ansteuert, wobei die Stellgröße für die Regelung des Antriebes (IIa-d) der Drehwinkel (ϕ) des Antriebes (1), der durch den Antrieb (I la-d) fließende Motorstrom (i), die Kolbenposition (s) und/oder die Wegstrecke (A_s) des Kolbens (14a-d) ist, und der Kolben (14a-d) dadurch ein benötigtes Hydraulikvolumen in oder aus mindestens einer Schaltgetriebeeinheit fördert.
- 5
9. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine, vorzugsweise alle Schaltgetriebeeinheiten (4a, 4b, 7a-d) einen Positionssensor bzw. Stellungssensor (5a, 5b, 9a-d), insbesondere in Form eines Schalters oder Hall-Schalters zur Bestimmung einer diskreten Position, aufweisen.
- 10
10. Schaltgetriebe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Signale des Positions- bzw. Stellungssensors (5, 5b, 9a-d) zur Regelung des Antriebes (IIa-d) und/oder zur Kalibrierung der Regelung und/oder des Simulationsmodells verwendet werden.
- 15
11. Schaltgetriebe nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Druckregelung beim Druckab- und/oder -aufbau in einer Schaltgetriebeeinheit (4a, 4b, 7a-d) unter Verwendung des Signals eines der jeweiligen Schaltgetriebeeinheit zugeordneten Sensors (5a, 5b, 9a-d) erfolgt.
- 20
12. Schaltgetriebe nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Sensor (5a, 5b, 9a-d) zur Erkennung von Leckagen im System und Überprüfung von diskreten Positionen eines Kolbens der Schaltgetriebeeinheit (4a, 4b, 7a-d) dient.
- 25
13. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Schaltgetriebe einen dritten Kupplungssteller (41, C3) aufweist, dessen Zuführleitung (HL41) mittels eines 3/3-Wege-Ventil oder mindestens zweier 2/2-Wege-Ventile (42a, 42b) wahlweise von den beiden Hydraulikhauptleitungen (18a, 18b) absperrbar oder mit einer der beiden Hydraulikhauptleitungen (18a, 18b) verbindbar ist.
- 30
14. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch ge-

- 5 kennzeichnet, dass zum Umschalten einer Kupplung (4a, 4b, 41) die hydraulisch in einer anderen Kupplung gespeicherte Energie genutzt wird, wobei insbesondere die Druckentlastung aus der einen Kupplung über das die beiden Hydraulikhauptleitungen (18a, 18b) miteinander verbindende Ventil (26) oder eines oder beider Ventile (42a, 42b) erfolgt.
- 10 15. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Kupplung mittels eines Kühlmediums gekühlt wird, wobei das Kühlmedium mittels des Antriebes (1) oder eines gesonderten Antriebes, welcher insbesondere eine Pumpe antreibt, gefördert wird.
16. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb (11a-d) über eine Trapezspindel den Kolben (14a-d) antreibt.
- 15 17. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass bei Ausfall einer Kolben-Zylinder-Einheit (10a, 10b) mittels der anderen Kolben-Zylinder-Einheit (10a, 10b) die Schaltgetriebeeinheiten (4a, 4b, 7a-d) verstellt bzw. angetrieben werden.
- 20 18. Schaltgetriebe nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Strömungswiderstände, insbesondere in Form von Blenden (27a, 27b) in den Hydraulikhauptleitungen (HL1, HL2), insbesondere in dem die Kupplung(en) (4a, 4b) mit den Gangstellern (7a-d) verbindenden Abschnitten (HL1b, HL2b), angeordnet sind.
- 25 19. Verfahren zur Steuerung des Schaltgetriebes, dadurch gekennzeichnet, dass entweder der Druckauf- und Druckabbau in mindestens zwei Kupplungen (C1, C2, 41) gleichzeitig, zeitlich überlappend oder nacheinander mittels Hin- und Rückbewegungen der Kolben (14a, 14b) der Kolben-Zylinder-Einheiten (10a, 10b) erfolgt
- 30 oder der Druckauf- oder Druckabbau in einer Kupplung (C1, C2, 41) mit der einen Kolben-Zylinder-Einheiten (10a, 10b) und ein Verstellen eines Gangstellers gleichzeitig, zeitlich überlappend oder nacheinander mittels

der anderen Kolben-Zylinder-Einheiten (10a, 10b) erfolgt, wobei bei der Druckänderung in einer Kupplung (Cl, C2, 41) das jeweils zugehörige Ventil (19a, 19b, 42a, 42b) geöffnet ist.

20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass
5 entweder der Druckaufbau- und/oder Druckabbau in der ersten Kupplung (Cl) über die erste Kolben-Zylinder-Einheit (10a) und der gleichzeitige Druckaufbau und/oder Druckabbau in der zweiten oder dritten Kupplung (C2, 41) über die zweite Kolben-Zylinder-Einheit (10b) erfolgt,
10 oder der Druckaufbau- und/oder Druckabbau in der zweiten Kupplung (C2) über die zweite Kolben-Zylinder-Einheit (10b) und der gleichzeitige Druckaufbau und/oder Druckabbau in der dritten Kupplung (41) über die erste Kolben-Zylinder-Einheit (10a) erfolgt,
wobei in allen Fällen die Ventile des Schaltgetriebes derart geschaltet
15 sind, dass die Druckänderung in einer Kupplung (Cl, C2, 41) die Druckänderung in einer anderen Kupplung (Cl, C2, 41) nicht beeinflusst.
21. Verfahren nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass zum
Verstellen eines Gangstellers (7a-d) in einer ersten Richtung zunächst das
zugehörige Ventil (20a-d) geöffnet und das zugehörige Ventil (23a-d) ge-
20 schlossen wird und danach mittels Volumensteuerung so viel Volumen in den ersten Arbeitsraum (21a-d) mittels einer Kolben-Zylinder-Einheit (10a, 10b) gefördert wird, bis die Zielposition des Kolbens (8a-d) des Gangstellers (7a-d) erreicht ist und dass zum Verstellen des Gangstellers (7a-d) in die andere Richtung das zugehörige Ventil (20a-d) geschlossen und das zugehörige Ventil (23a-d) geöffnet wird und danach mittels Vo-
25 lumensteuerung so viel Volumen in den zweiten Arbeitsraum (22a-d) mittels einer Kolben-Zylinder-Einheit (10a, 10b) gefördert wird, bis die Zielposition des Kolbens (8a-d) des Gangstellers (7a-d) erreicht ist.

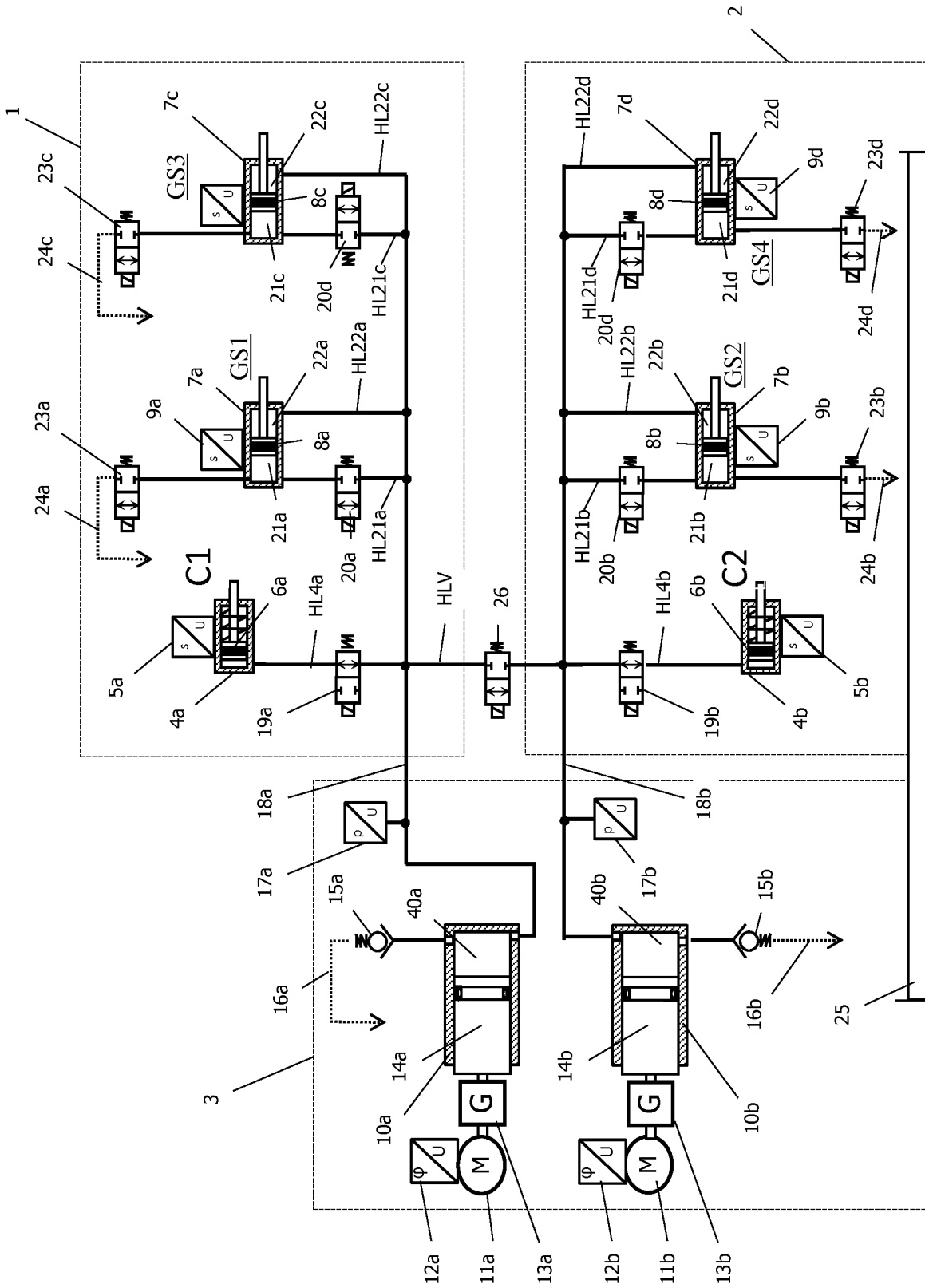


Fig. 1a

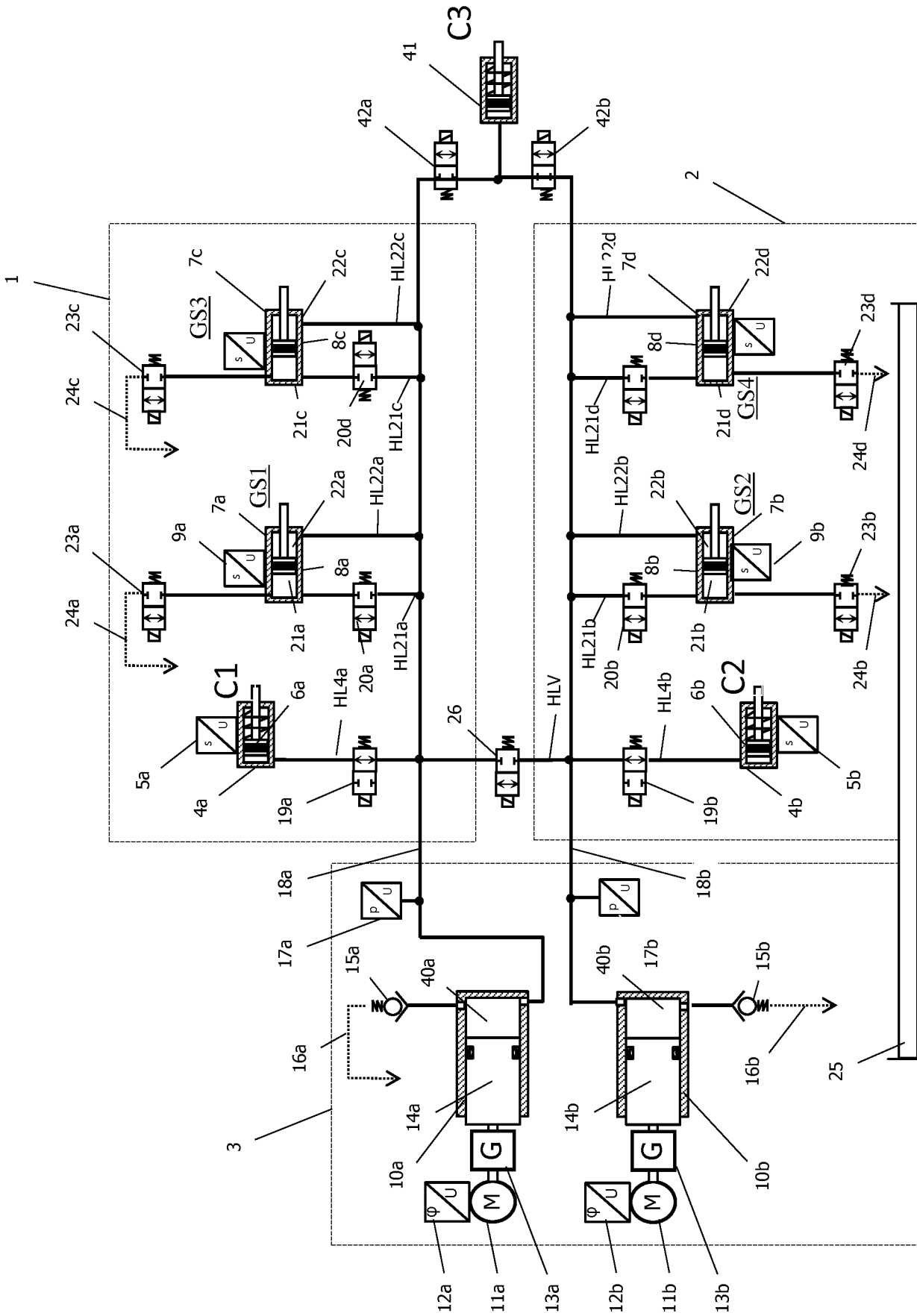


Fig. 1b

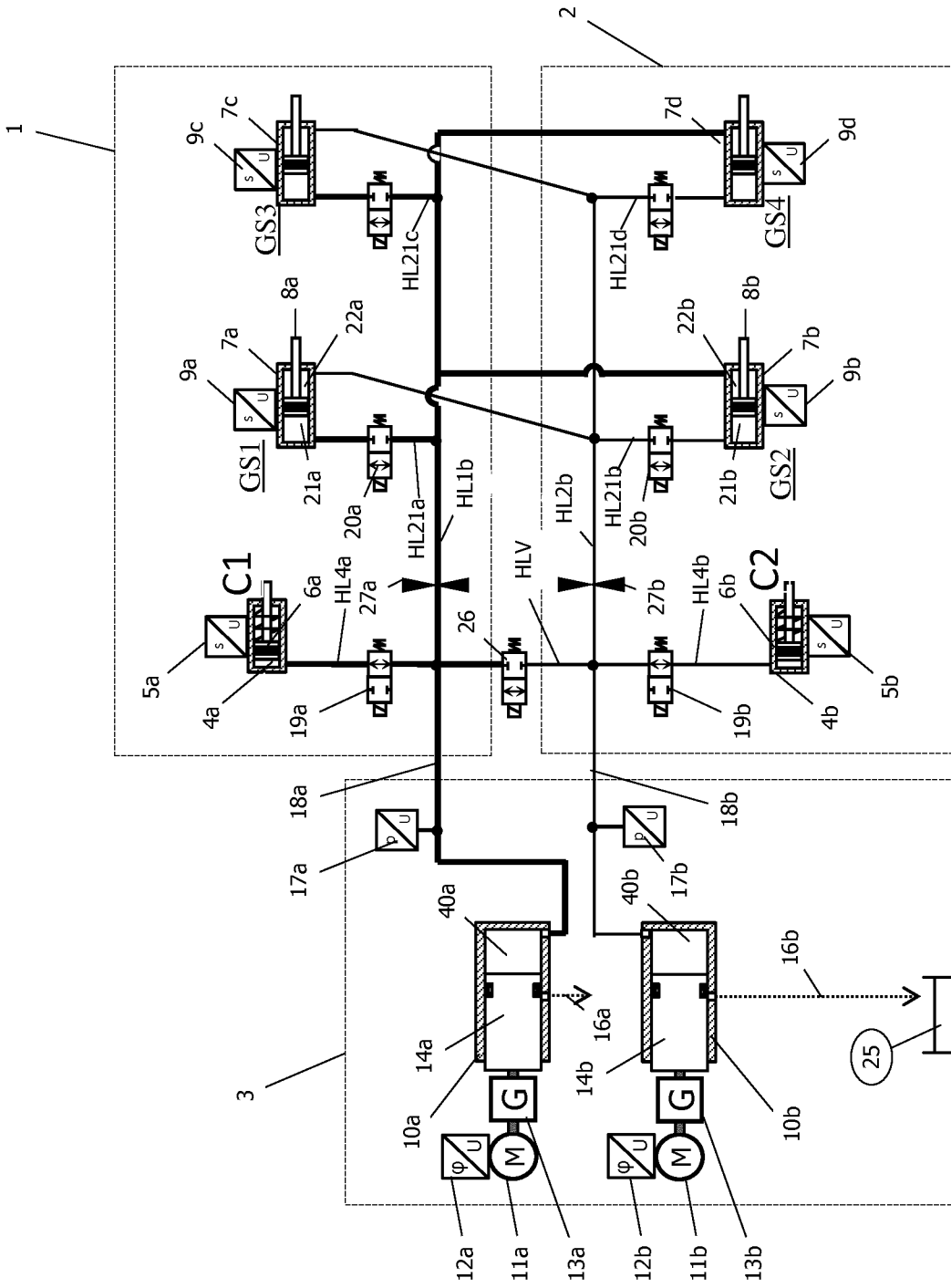


Fig. 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/054641

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F16H61/02 F16H57/04 F16H63/02
 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)
 F16H
 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
 EPO-Internal , WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
X	DE 10 2006 038446 AI (LSP INNOVATIVE AUTOMOTIVE SYS [DE]) 21 February 2008 (2008-02-21) cited in the applicati on	1-3 , 5 , 7 , 9 , 15-17 , 19 , 20
Y	figures 1-3 Claims 3, 6 Paragraph [0001] Paragraph [0016] Paragraph [0023] Paragraph [0033] - paragraph [0035] Paragraph [0038] Paragraph [0047] Paragraph [0057] Paragraph [0059] -----	4,8, 12 , 13 , 18,21
Y	DE 43 20 353 AI (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 5 January 1994 (1994-01-05) figure 2 -----	4,21
	-/--	

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	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"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
"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	"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 17 May 2017	Date of mailing of the international search report 29/05/2017
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 Gubovits, János

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/054641

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to Claim No.
Y	wo 03/087616 AI (LUK LAMELLEN & KUPPLUNGSBAU [DE] ; BERGER REINHARD [DE] ; AHNERT GERD [D]) 23 October 2003 (2003-10-23) figure 1 page 3, line 11 - line 18 -----	12
Y	wo 2016/134795 AI (ENG CENTER STEYR GMBH & CO KG [AT]) 1 September 2016 (2016-09-01) figure 1 page 8, line 22 - line 24 -----	13
Y	DE 44 13 999 AI (FICHTEL & SACHS AG [DE]) 26 October 1995 (1995-10-26) figures 1, 2 column 6, line 60 - line 68 column 7, line 41 - line 45 column 8, line 65 - line 68 -----	8
Y	DE 10 2004 018962 B3 (GETRAG GETRIEBE ZAHNRAD [DE]) 6 October 2005 (2005-10-06) figures 1, 8 Paragraph [0141] - paragraph [0142] -----	18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2017/054641
--

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006038446 AI	21-02-2008	NONE	

DE 4320353	05-01-1994	NONE	

WO 03087616 AI	23-10-2003	AU 2003233943 AI	27-10-2003
		DE 10316419 AI	06-11-2003
		DE 10391573 D2	24-02-2005
		FR 2838384 AI	17-10-2003
		WO 03087616 AI	23-10-2003

WO 2016134795 AI	01-09-2016	NONE	

DE 4413999	26-10-1995	NONE	

DE 102004018962 B3	06-10-2005	DE 102004018962 B3	06-10-2005
		EP 1735550 AI	27-12-2006
		US 2007123388 AI	31-05-2007
		WO 2005103531 AI	03-11-2005

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
 INV. F16H61/02 F16H57/04 F16H63/02
 ADD.
 Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE
 Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
 F16H

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
 EPO-Internal , WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2006 038446 AI (LSP INNOVATIVE AUTOMOTIVE SYS [DE]) 21. Februar 2008 (2008-02-21) in der Anmeldung erwähnt	1-3 , 5 , 7 , 9 , 15-17 , 19 , 20
Y	Abbildungen 1-3 Ansprüche 3, 6 Absatz [0001] Absatz [0016] Absatz [0023] Absatz [0033] - Absatz [0035] Absatz [0038] Absatz [0047] Absatz [0057] Absatz [0059]	4,8, 12 , 13 , 18,21
Y	DE 43 20 353 AI (TEVES GMBH ALFRED [DE]) 5. Januar 1994 (1994-01-05) Abbildung 2	4,21
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
 "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
17. Mai 2017	29/05/2017

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 Gubovits, János
--	--

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	wo 03/087616 AI (LUK LAMELLEN & KUPPLUNGSBAU [DE] ; BERGER REINHARD [DE] ; AHNERT GERD [D]) 23. Oktober 2003 (2003-10-23) Abbildung 1 Seite 3, Zeile 11 - Zeile 18 -----	12
Y	wo 2016/134795 AI (ENG CENTER STEYR GMBH & CO KG [AT]) 1. September 2016 (2016-09-01) Abbildung 1 Seite 8, Zeile 22 - Zeile 24 -----	13
Y	DE 44 13 999 AI (FICHTEL & SACHS AG [DE]) 26. Oktober 1995 (1995-10-26) Abbildungen 1, 2 Spalte 6, Zeile 60 - Zeile 68 Spalte 7, Zeile 41 - Zeile 45 Spalte 8, Zeile 65 - Zeile 68 -----	8
Y	DE 10 2004 018962 B3 (GETRAG GETRIEBE ZAHNRAD [DE]) 6. Oktober 2005 (2005-10-06) Abbildungen 1, 8 Absatz [0141] - Absatz [0142] -----	18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/054641

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006038446 AI	21-02-2008	KEINE	

DE 4320353 AI	05-01-1994	KEINE	

WO 03087616 AI	23-10-2003	AU 2003233943 AI	27-10-2003
		DE 10316419 AI	06-11-2003
		DE 10391573 D2	24-02-2005
		FR 2838384 AI	17-10-2003
		WO 03087616 AI	23-10-2003

WO 2016134795 AI	01-09-2016	KEINE	

DE 4413999 AI	26-10-1995	KEINE	

DE 102004018962 B3	06-10-2005	DE 102004018962 B3	06-10-2005
		EP 1735550 AI	27-12-2006
		US 2007123388 AI	31-05-2007
		WO 2005103531 AI	03-11-2005
