

(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
5. November 2015 (05.11.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/165555 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60T 13/74 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/076719

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Dezember 2014 (05.12.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 006 105.1
29. April 2014 (29.04.2014) DE

(71) Anmelder: **LUCAS AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE];
Carl-Spaeter-Strasse 8, 56070 Koblenz (DE).

(72) Erfinder: **POERTZGEN, Gregor**; Markenbildchenweg
32, 56068 Koblenz (DE). **DILLA, Christian**; Peter-
Siebert-Strasse 19, 56170 Bendorf (DE).

(74) Anwalt: **RÖTHINGER, Rainer**; Schweigerstrasse 2,
81541 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, BN, BR, BW,
BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, KN, KP,
KR, 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).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: ACTUATING DEVICE FOR AN ELECTROMECHANICALLY ACTUATABLE VEHICLE BRAKE

(54) Bezeichnung : BETÄTIGUNGSVORRICHTUNG FÜR EINE ELEKTROMECHANISCH BETÄTIGBARE
FAHRZEUGBREMSE

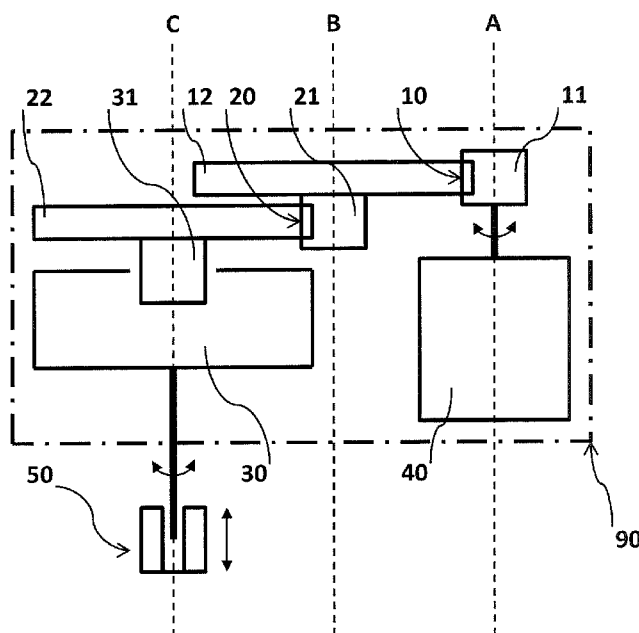


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to an actuating device
for an electromechanically actuable vehicle brake. The
device comprises a multi-stage transmission unit (10, 20,
30), which is arranged between a driving electric motor (40)
and a driven drive element (50) of the vehicle brake,
wherein at least one stage (10, 20, 30) of the transmission
unit is designed as a cylindrical-gear transmission and at
least two stages (10, 20, 30) of the transmission unit are
coupled by means of a double gear, the axis of rotation of
which extends parallel to the axis of rotation of the electric
motor. The transmission unit has at least one intermediate
stage (24, 25, 26), which is designed as a cylindrical-gear
transmission and in which at least one stage of the
transmission unit designed as a cylindrical-gear transmission
is integrated.

(57) Zusammenfassung: Es wird eine
Betätigungsverrichtung für eine elektromechanisch
betätigbare Fahrzeugbremse angegeben. Die Vorrichtung
umfasst eine mehrstufige Getriebeeinheit (10,20,30), die
zwischen einem antreibenden Elektromotor (40) und einem
getriebenen Antriebsselement (50)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

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

der Fahrzeugbremse angeordnet ist, wobei wenigstens eine Stufe (10,20,30) der Getriebeeinheit als Stirnradgetriebe ausgebildet ist und wenigstens zwei Stufen (10,20,30) der Getriebeeinheit mittels eines Doppelzahnrades gekoppelt sind, dessen Drehachse sich parallel zur Drehachse des Elektromotors erstreckt. Die Getriebeeinheit weist wenigstens eine Zwischenstufe (24,25,26) auf, die als Stirnradgetriebe ausgebildet ist und in die wenigstens eine als Stirnradgetriebe ausgebildete Stufe der Getriebeeinheit integriert ist.

Betätigungsvorrichtung für eine elektromechanisch betätigbare Fahrzeugbremse

Beschreibung

5 Die Erfindung betrifft eine Betätigungsvorrichtung für eine elektromechanisch betätigbare Fahrzeugbremse. Eine derartige Betätigungsvorrichtung kann zum Betätigen einer elektrischen Park- bzw. Feststellbremse (EPB) oder einer elektromechanischen Betriebsbremse (EMB) eines Kraftfahrzeuges vorgesehen sein.

10 Aus der WO 2012/010256 A1 und der DE 10 2004 048 700 A1 ist unter anderem eine Betätigungsvorrichtung bekannt, die eine mehrstufige Getriebeeinheit aufweist, die zwischen einem antreibenden Elektromotor und einem getriebenen Antriebselement der Fahrzeugbremse angeordnet ist. Bei dieser bekannten Betätigungsvorrichtung sind die erste und die zweite Stufe der Getriebeeinheit jeweils als
15 Stirnradgetriebe ausgebildet und mittels eines Doppelzahnrades gekoppelt, dessen Drehachse sich parallel zur Drehachse des Elektromotors erstreckt. Anhand von **Fig. 1** wird der Aufbau solch einer bekannten Betätigungsvorrichtung näher erläutert. Solch eine bekannte Betätigungsvorrichtung weist eine kompakte Bauweise auf, die sich aufgrund der Verwendung von Doppelzahnradern ergibt, so dass ein verhältnismäßig geringer Einbauraumbedarf besteht.
20

Aufgrund der kompakten Bauweise sind allerdings die mittels solch einer bekannten Betätigungsvorrichtung für die Fahrzeugbremse erzeugbaren Brems- bzw. Spankräfte nach oben hin begrenzt. Da nur Bremskräfte bis zu einer Größenordnung von 20
25 Kilonewton erzeugt werden können, ist solch eine bekannte Betätigungsvorrichtung nur für den Einsatz in Fahrzeugen mit einem Gewicht bis zu einer Größenordnung von 2 Tonnen geeignet.

Von daher liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, solch eine bekannte Betätigungs-
30 vorrichtung dahingehend weiterzuentwickeln, dass einerseits eine kompakte

- 2 -

Bauweise beibehalten wird, und andererseits Anforderungen für hohe Bremskräfte erfüllt werden können.

Dazu schlägt die Erfindung vor, dass die mehrstufige Getriebeeinheit der Betätigungs-
5 vorrichtung zusätzlich wenigstens eine Zwischenstufe aufweist, die als Stirnradgetriebe ausgebildet ist, und in die wenigstens eine als Stirnradgetriebe ausgebildete Stufe der Getriebeeinheit integriert ist.

Durch die wenigstens eine Zwischenstufe wird es möglich, das Übersetzungs- bzw.
10 Untersetzungsverhältnis der vorhandenen Stufen der mehrstufigen Getriebeeinheit so zu vergrößern, dass bei nahezu gleicher Leistung des antreibenden Elektromotors von der Getriebeeinheit ausgangsseitig ein höheres Drehmoment zum Betätigen der Fahrzeugbremse erzeugt wird. Dadurch können Anforderungen für Bremskräfte oberhalb einer Größenordnung von 20 Kilonewton erfüllt werden. Denn die aufgrund
15 des vergrößerten Übersetzungs- bzw. Untersetzungsverhältnis erhöhten Reaktionskräfte werden über die wenigstens eine Zwischenstufe aufgenommen und abgeleitet. Da (erstens) die Leistung und damit einhergehend das Bauvolumen des Elektromotors nicht erhöht wird, (zweitens) die wenigstens eine Zwischenstufe als raumsparendes Stirnradgetriebe ausgebildet ist und (drittens) die wenigstens eine
20 Zwischenstufe in die wenigstens eine als Stirnradgetriebe ausgebildete Stufe der Getriebeeinheit integriert ist, wird eine kompakte Bauweise beibehalten. Da das Bauvolumen der erfindungsgemäßen Betätigungsverrichtung nicht wesentlich vergrößert wird, ergibt sich der Vorteil, dass eine Anpassung der erfindungsgemäßen Betätigungsverrichtung an Beschränkungen des vorgegebenen Einbauraumes, die
25 sich beispielsweise aufgrund von in der Nähe der Fahrzeugbremse vorhandenen Fahrwerkskomponenten ergeben können, nicht erforderlich ist.

Da die Leistung des antreibenden Elektromotors nicht zwangsläufig erhöht werden muss, kann ein weiterer Vorteil darin bestehen, dass ebenfalls die elektrischen Kom-
30 ponenten zur Ansteuerung des Elektromotors beibehalten werden können, so dass

- 3 -

kein zusätzlicher Aufwand beispielsweise für größere Leitungsquerschnitte, stärkere Endstufen und dergleichen entsteht.

Um Anforderungen für Bremskräfte in einer Größenordnung von 25 Kilonewton zu erfüllen, ist es ausreichend nur eine Zwischenstufe in eine der als Stirnradgetriebe ausgebildeten Stufen der Getriebeeinheit zu integrieren. Bereits bei Integration nur einer Zwischenstufe kann das Übersetzungs- bzw. Untersetzungsverhältnis der vorhandenen Stufen der Getriebeeinheit verdoppelt werden. Beispielsweise kann für die Getriebeeinheit eine Gesamtuntersetzung in einer Größenordnung von 150:1 auf eine Gesamtuntersetzung in einer Größenordnung von 300:1 erhöht werden. Wenn es gilt noch höhere Anforderungen zu erfüllen, kann eine Zwischenstufe in mehrere Stufen der Getriebeeinheit integriert sein.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist die wenigstens eine als Stirnradgetriebe ausgebildete Zwischenstufe zwei Zwischenzahnräder auf. Idealerweise sind die beiden Zwischenzahnräder, insbesondere hinsichtlich ihrer Anzahl der Zähne bzw. ihres Durchmessers, identisch dimensioniert. Des Weiteren erstrecken sich die Drehachsen der beiden Zwischenzahnräder jeweils parallel zur Drehachse des Elektromotors. Somit ergibt sich eine symmetrische Anordnung, bei der die von den Drehachsen der Zwischenzahnräder gebildete Ebene sich senkrecht zu der von der Drehachse des Elektromotors und der Drehachse des ersten Doppelzahnrades gebildeten Ebene erstreckt. Aufgrund der symmetrischen Anordnung ergibt sich der große Vorteil, dass Reaktionskräfte, die aufgrund der hohen Brems- bzw. Spankräfte im Betrieb der Betätigungsvorrichtung wirksam werden, über die beiden Zwischenzahnräder gleichverteilt abgeleitet werden. Für die gleichverteilte bzw. symmetrische Ableitung der Reaktionskräfte über die beiden Zwischenzahnräder spricht auch, dass die Betätigungsvorrichtung bzw. deren Antriebsmotor in zwei Drehrichtungen betrieben wird, um die für die Fahrzeugbremse erzeugten Brems- bzw. Spankräfte durch An- und Ablegen der Bremsbeläge einzustellen.

- 4 -

Für eine erste Variante einer erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung wird vorgeschlagen, dass die erste und die zweite Stufe der Getriebeeinheit jeweils als Stirnradgetriebe ausgebildet sind, wobei die Getriebeeinheit wenigstens eine Zwischenstufe aufweist, die als Stirnradgetriebe ausgebildet und in die erste und/oder die zweite
5 Stufe der Getriebeeinheit integriert ist. Die erste und zweite Stufe der Getriebeeinheit können mittels eines Doppelzahnrades gekoppelt sein, dessen Drehachse sich parallel zur Drehachse des Elektromotors erstreckt.

Dabei kann ferner vorgesehen sein, dass die zweite Stufe mittels eines weiteren
10 Doppelzahnrades mit einer dritten Stufe gekoppelt ist, dessen Drehachse sich parallel zur Drehachse des Elektromotors erstreckt. Vorteilhafterweise ist die dritte Stufe als raumsparendes Planetenradgetriebe ausgebildet, dessen Bauvolumen sich coaxial zur Drehachse des weiteren Doppelzahnrades erstreckt. Im Sinne der symmetrischen
15 Anordnung liegt die Drehachse des weiteren Doppelzahnrades in der von der Drehachse des Elektromotors und der Drehachse des ersten Doppelzahnrades gebildeten Ebene. Je nach gewünschter Vergrößerung des Übersetzungs- bzw. Untersetzungsverhältnisses der Getriebeeinheit kann das Planetenradgetriebe selbst auch mehrstufig ausgebildet sein.

Charakteristisch für die kompakte Bauweise der ersten Variante einer erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung ist, dass die Schnittgerade, in der die von den Drehachsen der Zwischenzahnräder gebildete Ebene die von den Drehachsen des
20 Elektromotors und der Doppelzahnräder gebildete Ebene schneidet, zwischen der Drehachse des Elektromotors und der Drehachse des weiteren Doppelzahnrades verläuft.
25

Für eine zweite Variante einer erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung wird vorgeschlagen, dass die erste und die dritte Stufe der Getriebeeinheit jeweils als Stirnradgetriebe ausgebildet sind, wobei die wenigstens eine Zwischenstufe in die erste
30 und/oder dritte Stufe der Getriebeeinheit integriert ist. Dabei kann vorgesehen sein, dass die erste Stufe mittels eines Doppelzahnrades mit einer zweiten Stufe gekoppelt

ist, und die zweite Stufe als ein- oder mehrstufiges Planetenradgetriebe ausgebildet ist.

Für eine dritte Variante einer erfindungsgemäßen Betätigungsverrichtung wird vorgeschlagen, dass die zweite und die dritte Stufe der Getriebeeinheit jeweils als Stirnradgetriebe ausgebildet sind, wobei die wenigstens eine Zwischenstufe in die zweite und/oder dritte Stufe der Getriebeeinheit integriert ist. Dabei kann vorgesehen sein, dass die zweite Stufe mittels eines Doppelzahnrades mit der dritten Stufe gekoppelt ist, und die erste Stufe als ein- oder mehrstufiges Planetenradgetriebe ausgebildet ist.

Im Sinne der symmetrischen Anordnung kann bei der zweiten und dritten Variante die Drehachse eines durchmessergrößten Zahnrades der dritten Stufe in der von der Drehachse des Elektromotors und der Drehachse des Doppelzahnrades gebildeten Ebene liegen.

Für eine kompakte Bauweise der zweiten und dritten Variante kann vorgesehen sein, dass die Schnittgerade, in der die von den Drehachsen der Zwischenzahnräder gebildete Ebene die von den Drehachsen des Elektromotors, des Doppelzahnrades und des durchmessergrößten Zahnrades der dritten Stufe gebildete Ebene schneidet, zwischen der Drehachse des Elektromotors und der Drehachse des durchmessergrößten Zahnrades der dritten Stufe verläuft.

Auch wenn sich mittels einer Getriebeeinheit mit drei hintereinander geschalteten Stufen, deren Drehachsen eine Ebene bilden, für die erfindungsgemäße Betätigungsverrichtung ein nahezu optimaler Kompromiss hinsichtlich Einbauraumbedarf, erzeugbarem Drehmoment und Wirkungsgrad erzielen lässt, ist die Erfindung nicht auf eine solche beschränkt, sondern kann (theoretisch) eine beliebige Anzahl von Getriebestufen umfassen. Dafür ist die als „erste Stufe“ bezeichnete Stufe der Getriebeeinheit als diejenige Getriebestufe zu verstehen, die eingangsseitig von dem Elektromotor angetrieben wird. Und dafür ist die als „dritte Stufe“ bezeichnete Stufe

der Getriebeeinheit als diejenige Getriebestufe zu verstehen, von der ausgangsseitig das Antriebselement der Fahrzeugbremse getrieben wird. In diesem Zusammenhang ist die als „zweite Stufe“ bezeichnete Stufe der Getriebeeinheit als diejenige Stufe der Getriebeeinheit zu verstehen, die der ersten Stufe nachgeschaltet und/oder der dritten Stufe vorgeschaltet ist.

Wie schon erwähnt ist es in der Regel ausreichend nur eine Zwischenstufe in eine der als Stirnradgetriebe ausgebildeten Stufen der Getriebeeinheit zu integrieren. Dadurch ist es möglich wenigstens eine Stufe der Getriebeeinheit, in die keine Zwischenstufe integriert ist, als Riemen- bzw. Zahnriemengetriebe oder Reibradgetriebe auszubilden. Dadurch stehen Zahnräder nicht in einem ineinander kämmenden Eingriff, so dass im Betrieb auftretende Geräusche entkoppelt werden.

Basierend auf den vorstehend diskutierten Varianten kann insbesondere eine Betätigungseinrichtung für eine elektronisch betätigbare Fahrzeugbremse so vorgesehen sein, umfassend eine mehrstufige Getriebeeinheit, die zwischen einem antreibenden Elektromotor und einem getriebenen Antriebselement der Fahrzeugbremse angeordnet ist, wobei die erste und die zweite Stufe der Getriebeeinheit jeweils als Stirnradgetriebe ausgebildet sind und mittels eines Doppelzahnrades gekoppelt sind, dessen Drehachse sich parallel zur Drehachse des Elektromotors erstreckt, wobei die Getriebeeinheit wenigstens eine Zwischenstufe aufweist, die als Stirnradgetriebe ausgebildet ist und die in die erste und/oder zweite Stufe der Getriebeeinheit integriert ist.

Die Erfindung betrifft auch eine elektromechanisch betätigbare Fahrzeugbremse, die eine erfindungsgemäße Betätigungsvorrichtung umfasst, sowie ein Antriebselement, das die von der Getriebeeinheit der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung ausgangsseitig erzeugte Drehbewegung in eine Längsbewegung zum Betätigen der Fahrzeugbremse umwandelt.

Im Folgenden werden die Bedeutung und die Ausführbarkeit der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Dazu zeigt

Fig. 1 schematisch in Seitenansicht eine aus dem Stand der Technik bekannte Betätigungsvorrichtung,

5 **Fig. 2** schematisch in Seitenansicht ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung,

Fig. 3 schematisch eine Draufsicht auf die Betätigungsvorrichtung gemäß **Fig. 2**,

10

Fig. 4 schematisch in Seitenansicht ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung,

Fig. 5 schematisch eine Draufsicht auf die Betätigungsvorrichtung gemäß **Fig. 4**,

15

Fig. 6 schematisch in Seitenansicht ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung,

20

Fig. 7 schematisch eine Draufsicht auf die Betätigungsvorrichtung gemäß **Fig. 6**, und

Fig. 8 schematisch in Seitenansicht ein siebtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung,

25

wobei funktionsgleiche Komponenten jeweils mit denselben Bezugszeichen bezeichnet sind.

30 **Fig. 1** zeigt schematisch in Seitenansicht eine aus dem Stand der Technik bekannte Betätigungsvorrichtung **90** für eine elektromechanisch betätigbare Fahrzeugbremse. Die Betätigungsvorrichtung **90** umfasst eine Getriebeeinheit mit drei Stufen **10**, **20**

und **30**. Eingangsseitig wird die Getriebeeinheit von einem Elektromotor **40** angetrieben. Ausgangsseitig wird von der Getriebeeinheit ein Antriebselement **50** der (nicht näher dargestellten) Fahrzeugbremse getrieben. Bei dem Antriebselement **50** der Fahrzeugbremse handelt es sich üblicherweise um ein Mutter-/Spindel-Getriebe,
5 das die von der Getriebeeinheit ausgangssseitig erzeugte Drehbewegung in eine Längsbewegung zum Betätigen der Bremse, also das Erzeugen und Einstellen von Brems- bzw. Spankräften zum An- und Ablegen der Bremsbeläge an eine Reibfläche wie beispielsweise eine Bremsscheibe, umwandelt.

10 Die Getriebeeinheit überträgt und übersetzt das von dem Elektromotor **40** erzeugte Drehmoment bzw. die von dem Elektromotor **40** erzeugte Drehzahl. Dazu sind die erste Stufe **10** und die zweite Stufe **20** jeweils als Stirnradgetriebe ausgebildet; die dritte Stufe **30** ist als (nicht näher dargestelltes) Planetenradgetriebe ausgebildet.

15 Das Stirnradgetriebe der ersten Stufe **10** wird von den Zahnrädern **11** und **12** gebildet, wobei das kleinere Zahnrad **11** der ersten Stufe **10** das Antriebsritzel des Elektromotors **40** ist und somit coaxial zur Dreh- bzw. Längsachse **A** des Elektromotors **40** angeordnet ist. Das durchmessergrößte (im Folgenden allgemein "größere") Zahnrad **12** der ersten Stufe **10** ist coaxial zu einer Drehachse **B** angeordnet,
20 die sich parallel zur Drehachse **A** des Elektromotors **40** erstreckt. Bei der ersten Stufe **10** steht das durchmesserkleinste (im Folgenden allgemein "kleinere") Zahnrad **11** unmittelbar mit dem größeren Zahnrad **12** in Eingriff, wodurch das kleinere Zahnrad **11** unmittelbar mit dem größeren Zahnrad **12** zusammenwirkt.

25 Das Stirnradgetriebe der zweiten Stufe **20** wird von den Zahnrädern **21** und **22** gebildet, wobei das kleinere Zahnrad **21** der zweiten Stufe **20** coaxial zur Drehachse **B** angeordnet und mit dem größeren Zahnrad **12** der ersten Stufe **10** drehfest gekoppelt ist, so dass die Zahnräder **12** und **21** ein Doppelzahnrad **12/21** bilden, das sich um die Drehachse **B** dreht. Das größere Zahnrad **22** der zweiten Stufe **20**
30 ist coaxial zu einer Drehachse **C** angeordnet, die sich parallel zur Drehachse **A** des Elektromotors **40** bzw. parallel zur Drehachse **B** des Doppelzahnrad **12/21** erstreckt.

Bei der zweiten Stufe **20** steht das kleinere Zahnrad **21** unmittelbar mit dem größeren Zahnrad **22** in Eingriff, wodurch das kleinere Zahnrad **21** unmittelbar mit dem größeren Zahnrad **22** zusammenwirkt.

5 Das Sonnenrad **31** des Planetenradgetriebes **30** ist coaxial zur Drehachse **C** angeordnet und mit dem größeren Zahnrad **22** der zweiten Stufe **20** drehfest gekoppelt, so dass die Zahnräder **22** und **31** ein Doppelzahnrad **22/31** bilden, das sich um die Drehachse **C** dreht. Üblicherweise ist auch das Antriebselement **50** coaxial zur Drehachse **C** des Doppelzahnrades **22/31** angeordnet, wobei die Drehachse **C** mit der
10 Längsachse der Fahrzeugbremse, die sich in der Regel coaxial zum Bremskolben erstreckt, übereinstimmt.

Fig. 2 zeigt schematisch in Seitenansicht ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Betätigungsverrichtung **100** für eine elektromechanisch betätigbare Fahrzeugbremse. Gegenüber der in **Fig. 1** gezeigten, bekannten Betätigungsverrichtung **90** weist die Getriebeeinheit der Betätigungsverrichtung **100** eine Zwischenstufe **25** auf. Die Zwischenstufe **25** ist als Stirnradgetriebe ausgebildet und in die zweite Stufe **20** der Getriebeeinheit integriert. Der Aufbau der weiteren Stufe **25** der Getriebeeinheit geht aus **Fig. 3** hervor, die schematisch eine Draufsicht auf die Betätigungsverrichtung **100** gemäß **Fig. 2** zeigt.
15 20

Das Stirnradgetriebe der weiteren Stufe **25** wird von einem ersten Zwischenzahnrad **25a**, das coaxial zu einer Drehachse **D** angeordnet ist, und einem zweiten Zwischenzahnrad **25b**, das coaxial zu einer Drehachse **E** angeordnet ist, gebildet. Die
25 Drehachsen **D** und **E** der Zwischenzahnräder **25a** und **25b** erstrecken sich parallel zur Drehachse **A** des Elektromotors **40** bzw. parallel zur Drehachse **B** des Doppelzahnrades **12/21** bzw. parallel zur Drehachse **C** des größeren Zahnrades **22** der zweiten Stufe **20**. Die beiden Zwischenzahnräder **25a** und **25b** wirken mit dem kleineren Zahnrad **21** der zweiten Stufe **20** und dem größeren Zahnrad **22** der zweiten Stufe **20** zusammen.
30

Die beiden Zwischenzahnräder **25a** und **25b** sind hinsichtlich ihrer Anzahl der Zähne bzw. ihres Durchmessers identisch dimensioniert. Somit ergibt sich eine symmetrische Anordnung, bei der die Drehachse **A** des Elektromotors **40**, die Drehachse **B** des Doppelzahnrades **12/21** und die Drehachse **C** des größeren Zahnrades **22** eine gemeinsame Ebene **A-B-C** bilden, die sich senkrecht zu der von den Drehachsen **D** und **E** der Zwischenzahnräder **25a** und **25b** gebildeten Ebene **D-E** erstreckt.

Des Weiteren sind die beiden Zwischenzahnräder **25a** und **25b** hinsichtlich ihrer Anzahl der Zähne bzw. ihres Durchmessers so dimensioniert, dass jedes Zwischenzahnrad größer als das kleinere Zahnrad **21** der zweiten Stufe **20** und kleiner als das größere Zahnrad **22** der zweiten Stufe **20** ist.

Über den Durchmesser der Zwischenzahnräder **25a** und **25b**, sowie den Abstand deren Drehachsen **D** und **E** von der von den Drehachsen **A**, **B** und **C** gebildete Ebene **A-B-C**, kann der Abstand zwischen den Drehachsen **B** und **C** variiert werden, um die Betätigungsvorrichtung **100** an einen vorgegebenen Einbauraum im Fahrzeug anzupassen.

Wie in **Fig. 2** und **Fig. 3** eingezeichnet, ergibt sich der Einbauraumbedarf bzw. das Bauvolumen der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung **100** aus deren Einbaulänge **l**, Einbauhöhe **h** und Einbaubreite **b**.

Die Einbaulänge **l** wird im Wesentlichen bestimmt durch den Abstand zwischen der Drehachse **C** des Doppelzahnrades **22/31** und der Drehachse **A** des Elektromotors **40**. Da die Schnittgerade, in der die von den Drehachsen **D** und **E** der Zwischenzahnräder **25a** und **25b** gebildete Ebene **D-E** die von den Drehachsen **A**, **B** und **C** gebildete Ebene **A-B-C** schneidet, zwischen der Drehachse **A** des Elektromotors **40** und der Drehachse **C** des Doppelzahnrades **22/31** – genau zwischen der Drehachse **B** des Doppelzahnrades **12/21** und der Drehachse **C** des Doppelzahnrades **22/31** verläuft –, sowie der Durchmesser der Zwischenzahnräder **25a** und **25b**

entsprechend klein ist, benötigt die erfindungsgemäße Betätigungsvorrichtung **100** keine wesentlich größere Einbaulänge **l**.

Die Einbauhöhe **h** wird im Wesentlichen bestimmt durch die Abmessungen der ebenförmig übereinander angeordneten ersten Stufe **10** und zweiten Stufe **20** der Getriebeeinheit. Da die von den Zwischenzahnradern **25a** und **25b** gebildete Zwischenstufe **25** in die zweite Stufe **20** integriert ist und räumlich in deren Ebene angeordnet ist, benötigt die erfindungsgemäße Betätigungsvorrichtung **100** keine wesentlich größere Einbauhöhe **h**.

Die Einbaubreite **b** wird im Wesentlichen bestimmt durch den Durchmesser des größeren Zahnrades **12** der ersten Stufe **10** bzw. den Durchmesser des größeren Zahnrades **22** der zweiten Stufe **20**. Da der Abstand zwischen den Drehachsen **D** bzw. **E** der Zwischenzahnradern **25a** bzw. **25b** und der von den Drehachsen **A**, **B** und **C** gebildete Ebene **A-B-C** und der Durchmesser der Zwischenzahnradern **25a** und **25b** entsprechend klein sind, so dass die Zwischenzahnradern **25a** bzw. **25b** innerhalb des Durchmessers des größeren Zahnrades **12** bzw. des Durchmessers des größeren Zahnrades **22** liegen, benötigt die erfindungsgemäße Betätigungsvorrichtung **100** keine wesentlich größere Einbaubreite **b**.

Fig. 4 zeigt schematisch in Seitenansicht ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung **110** für eine elektromechanisch betätigbare Fahrzeugbremse. Gegenüber der in **Fig. 1** gezeigten, bekannten Betätigungsvorrichtung **90** weist die Getriebeeinheit der Betätigungsvorrichtung **110** eine Zwischenstufe **26** auf. Die Zwischenstufe **26** ist als Stirnradgetriebe ausgebildet und in die erste Stufe **10** der Getriebeeinheit integriert. Der Aufbau der weiteren Stufe **26** der Getriebeeinheit geht aus **Fig. 5** hervor, die schematisch eine Draufsicht auf die Betätigungsvorrichtung **110** gemäß **Fig. 2** zeigt.

Das Stirnradgetriebe der weiteren Stufe **26** wird von einem ersten Zwischenzahnrad **26a**, das koaxial zu einer Drehachse **F** angeordnet ist, und einem zweiten Zwi-

schenzahnrad **26b**, das coaxial zu einer Drehachse **G** angeordnet ist, gebildet. Die Drehachsen **F** und **G** der Zwischenzahnräder **26a** und **26b** erstrecken sich parallel zur Drehachse **A** des Elektromotors **40** bzw. parallel zur Drehachse **B** des Doppelzahnrades **12/21** bzw. parallel zur Drehachse **C** des größeren Zahnrades **22** der zweiten Stufe **20**. Die beiden Zwischenzahnräder **26a** und **26b** wirken mit dem kleineren Zahnrad **11** der ersten Stufe **10** und dem größeren Zahnrad **12** der ersten Stufe **10** zusammen.

Die beiden Zwischenzahnräder **26a** und **26b** sind hinsichtlich ihrer Anzahl der Zähne bzw. ihres Durchmessers identisch dimensioniert. Somit ergibt sich eine symmetrische Anordnung, bei der die Drehachse **A** des Elektromotors **40**, die Drehachse **B** des Doppelzahnrades **12/21** und die Drehachse **C** des größeren Zahnrades **22** eine gemeinsame Ebene **A-B-C** bilden, die sich senkrecht zu der von den Drehachsen **F** und **G** der Zwischenzahnräder **26a** und **26b** gebildeten Ebene **F-G** erstreckt.

Des Weiteren sind die beiden Zwischenzahnräder **26a** und **26b** hinsichtlich ihrer Anzahl der Zähne bzw. ihres Durchmessers so dimensioniert, dass jedes Zwischenzahnrad größer als das kleinere Zahnrad **11** der ersten Stufe **10** und kleiner als das größere Zahnrad **12** der ersten Stufe **10** ist.

Über den Durchmesser der Zwischenzahnräder **26a** und **26b**, sowie den Abstand deren Drehachsen **F** und **G** von der von den Drehachsen **A**, **B** und **C** gebildete Ebene **A-B-C**, kann der Abstand zwischen den Drehachsen **A** und **B** variiert werden, um die Betätigungsvorrichtung **110** an einen vorgegebenen Einbauraum im Fahrzeug anzupassen.

Wie in **Fig. 4** und **Fig. 5** eingezeichnet, ergibt sich der Einbauraumbedarf bzw. das Einbauvolumen der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung **110** aus deren Einbaulänge **l**, Einbauhöhe **h** und Einbaubreite **b**.

Die Einbaulänge **l** wird im Wesentlichen bestimmt durch den Abstand zwischen der Drehachse **C** des Doppelzahnrades **22/31** und der Drehachse **A** des Elektromotors **40**. Da die Schnittgerade, in der die von den Drehachsen **F** und **G** der Zwischenzahnräder **26a** und **26b** gebildete Ebene **F-G** die von den Drehachsen **A**, **B** und **C** gebildete Ebene **A-B-C** schneidet, zwischen der der Drehachse **A** des Elektromotors **40** und der Drehachse **C** des Doppelzahnrades **22/31** – genau zwischen der Drehachse **A** des Elektromotors **40** und der Drehachse **B** des Doppelzahnrades **12/21** verläuft –, sowie der Durchmesser der Zwischenzahnräder **26a** und **26b** entsprechend klein ist, benötigt die erfindungsgemäße Betätigungsvorrichtung **110** keine wesentlich größere Einbaulänge **l**.

Die Einbauhöhe **h** wird im Wesentlichen bestimmt durch die Abmessungen der in Ebenen übereinander angeordneten ersten Stufe **10** und zweiten Stufe **20** der Getriebeeinheit. Da die von den Zwischenzahnradern **26a** und **26b** gebildete Zwischenstufe **25** in die erste Stufe **10** integriert ist und räumlich in deren Ebene angeordnet ist, benötigt die erfindungsgemäße Betätigungsvorrichtung **110** keine wesentlich größere Einbauhöhe **h**.

Die Einbaubreite **b** wird im Wesentlichen bestimmt durch den Durchmesser des größeren Zahnrades **12** der ersten Stufe **10** bzw. den Durchmesser des größeren Zahnrades **22** der zweiten Stufe **20**. Da der Abstand zwischen den Drehachsen **F** bzw. **G** der Zwischenzahnräder **26a** bzw. **26b** und der von den Drehachsen **A**, **B** und **C** gebildete Ebene **A-B-C** und der Durchmesser der Zwischenzahnräder **26a** und **26b** entsprechend klein sind, so dass die Zwischenzahnräder **26a** bzw. **26b** innerhalb des Durchmessers des größeren Zahnrades **12** bzw. des Durchmessers des größeren Zahnrades **22** liegen, benötigt die erfindungsgemäße Betätigungsvorrichtung **110** keine wesentlich größere Einbaubreite **b**.

Auf die nähere Erläuterung eines dritten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung, bei der die dritte Stufe als Planetenradgetriebe **30** ausgebildet ist, und bei der eine weitere Getriebestufe sowohl in die erste Stufe **10** als

auch in die zweite Stufe **20** der Getriebeeinheit integriert ist, wird verzichtet. Denn dies ergibt sich einem Fachmann durch Kombination der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung **100** des ersten Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 2** und **Fig. 3** und der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung **110** des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 4** und **Fig. 5**.

Fig. 6 zeigt schematisch in Seitenansicht ein viertes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung **130** für eine elektromechanisch betätigbare Fahrzeugbremse. Gegenüber den in **Fig. 2** bis **Fig. 5** gezeigten, erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtungen **100** und **110** sind bei der Getriebeeinheit der Betätigungsvorrichtung **130** die erste Stufe **10** und die dritte Stufe **30** jeweils als Stirnradgetriebe ausgebildet; die zweite Stufe **20** ist als (nicht näher dargestelltes) Planetenradgetriebe ausgebildet.

Dabei wird das Stirnradgetriebe der ersten Stufe **10** von den Zahnrädern **11** und **12** gebildet, wobei das kleinere Zahnrad **11** der ersten Stufe **10** das Antriebsritzel des Elektromotors **40** ist und somit coaxial zur Dreh- bzw. Längsachse **A** des Elektromotors **40** angeordnet ist. Das größere Zahnrad **12** der ersten Stufe **10** ist coaxial zur Drehachse **B** angeordnet, die sich parallel zur Drehachse **A** des Elektromotors **40** erstreckt.

Das Sonnenrad **21** des die zweite Stufe bildenden Planetenradgetriebes **20** ist coaxial zur Drehachse **B** angeordnet und mit dem größeren Zahnrad **12** der ersten Stufe **10** drehfest gekoppelt, so dass die Zahnräder **12** und **21** ein Doppelzahnrad **12/21** bilden, das sich um die Drehachse **B** dreht.

Das Stirnradgetriebe der dritten Stufe **30** wird von den Zahnrädern **31** und **32** gebildet, wobei das kleinere Zahnrad **31** der dritten Stufe **30** coaxial zur Drehachse **B** angeordnet und mit dem Ausgang des Planetenradgetriebes **20** drehfest gekoppelt ist. Das größere Zahnrad **32** der dritten Stufe **30** ist coaxial zur Drehachse **C** angeordnet, die sich parallel zur Drehachse **A** des Elektromotors **40** bzw. parallel zur

Drehachse **B** des Doppelzahnrad **12/21** erstreckt. Üblicherweise ist auch das Antriebselement **50** der Fahrzeugbremse coaxial zur Drehachse **C** des größeren Zahnrades **32** der dritten Stufe **30** angeordnet.

5 Die Getriebeeinheit der Betätigungsvorrichtung **130** weist eine Zwischenstufe **24** auf, die als Stirnradgetriebe ausgebildet ist und in die dritte Stufe **30** der Getriebeeinheit integriert ist. Der Aufbau der weiteren Stufe **24** der Getriebeeinheit geht aus Fig. **7** hervor, die schematisch eine Draufsicht auf die Betätigungsvorrichtung **130** gemäß Fig. **6** zeigt.

10 Das Stirnradgetriebe der weiteren Stufe **24** wird von einem ersten Zwischenzahnrad **24a**, das coaxial zu einer Drehachse **D** angeordnet ist, und einem zweiten Zwischenzahnrad **24b**, das coaxial zu einer Drehachse **E** angeordnet ist, gebildet. Die Drehachsen **D** und **E** der Zwischenzahnräder **24a** und **24b** erstrecken sich parallel zur Drehachse **A** des Elektromotors **40** bzw. parallel zur Drehachse **B** des Doppelzahnrades **12/21** bzw. parallel zur Drehachse **C** des größeren Zahnrades **32** der dritten Stufe **30**. Die beiden Zwischenzahnräder **24a** und **24b** wirken mit dem kleineren Zahnrad **31** der dritten Stufe **30** und dem größeren Zahnrad **32** der dritten Stufe **30** zusammen.

20 Die beiden Zwischenzahnräder **24a** und **24b** sind hinsichtlich ihrer Anzahl der Zähne bzw. ihres Durchmessers identisch dimensioniert. Somit ergibt sich eine symmetrische Anordnung, bei der die Drehachse **A** des Elektromotors **40**, die Drehachse **B** des Doppelzahnrades **12/21** und die Drehachse **C** des größeren Zahnrades **32** eine gemeinsame Ebene **A-B-C** bilden, die sich senkrecht zu der von den Drehachsen **D** und **E** der Zwischenzahnräder **24a** und **24b** gebildeten Ebene **D-E** erstreckt.

25 Des Weiteren sind die beiden Zwischenzahnräder **24a** und **24b** hinsichtlich ihrer Anzahl der Zähne bzw. ihres Durchmessers so dimensioniert, dass jedes Zwischenzahnrad größer als das kleinere Zahnrad **31** der dritten Stufe **30** und kleiner als das größere Zahnrad **32** der dritten Stufe **30** ist.

Über den Durchmesser der Zwischenzahnräder **24a** und **24b**, sowie den Abstand deren Drehachsen **D** und **E** von der von den Drehachsen **A**, **B** und **C** gebildete Ebene **A-B-C**, kann der Abstand zwischen den Drehachsen **B** und **C** variiert werden, um die Betätigungsvorrichtung **130** an einen vorgegebenen Einbauraum im Fahrzeug anzupassen.

Wie in **Fig. 6** und **Fig. 7** eingezeichnet, ergibt sich der Einbauraumbedarf bzw. das Bauvolumen der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung **130** aus deren Einbaulänge **l**, Einbauhöhe **h** und Einbaubreite **b**.

Die Einbaulänge **l** wird im Wesentlichen bestimmt durch den Abstand zwischen der Drehachse **C** des größeren Zahnrades **32** und der Drehachse **A** des Elektromotors **40**. Da die Schnittgerade, in der die von den Drehachsen **D** und **E** der Zwischenzahnräder **24a** und **24b** gebildete Ebene **D-E** die von den Drehachsen **A**, **B** und **C** gebildete Ebene **A-B-C** schneidet, zwischen der Drehachse **A** des Elektromotors **40** und der Drehachse **C** des größeren Zahnrades **32** – genau zwischen der Drehachse **B** des Doppelzahnrades **12/21** und der Drehachse **C** des größeren Zahnrades **32** verläuft –, sowie der Durchmesser der Zwischenzahnräder **24a** und **24b** entsprechend klein ist, benötigt die erfindungsgemäße Betätigungsvorrichtung **130** keine wesentlich größere Einbaulänge **l**.

Die Einbauhöhe **h** wird im Wesentlichen bestimmt durch die Abmessungen der jeweils ebenförmig angeordneten ersten Stufe **10** und dritten Stufe **30** der Getriebeeinheit. Da die von den Zwischenzahnrädern **24a** und **24b** gebildete Zwischenstufe **24** in die dritte Stufe **30** integriert ist und räumlich in deren Ebene angeordnet ist, benötigt die erfindungsgemäße Betätigungsvorrichtung **130** keine wesentlich größere Einbauhöhe **h**.

Die Einbaubreite **b** wird im Wesentlichen bestimmt durch den Durchmesser des größeren Zahnrades **12** der ersten Stufe **10** bzw. den Durchmesser des größeren Zahn-

rades **32** der dritten Stufe **30**. Da der Abstand zwischen den Drehachsen **D** bzw. **E** der Zwischenzahnräder **24a** bzw. **24b** und der von den Drehachsen **A**, **B** und **C** gebildete Ebene **A-B-C** und der Durchmesser der Zwischenzahnräder **24a** und **24b** entsprechend klein sind, so dass die Zwischenzahnräder **24a** bzw. **24b** innerhalb des
5 Durchmessers des größeren Zahnrades **12** bzw. des Durchmessers des größeren Zahnrades **32** liegen, benötigt die erfindungsgemäße Betätigungsverrichtung **130** keine wesentlich größere Einbaubreite **b**.

Auf die nähere Erläuterung eines fünften Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Betätigungsverrichtung, bei der die zweite Stufe als Planetenradgetriebe **20**
10 ausgebildet ist, und bei der eine weitere Getriebestufe nicht in die dritte Stufe **30**, sondern in die erste Stufe **10** der Getriebeeinheit integriert ist, wird verzichtet. Denn dies ergibt sich einem Fachmann unmittelbar aus der erfindungsgemäßen Betätigungsverrichtung **110** des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 4** und **Fig. 5**,
15 bei dem die Zwischenstufe **26** als Stirnradgetriebe ausgebildet und in die erste Stufe **10** integriert ist.

Ebenso wird verzichtet auf die nähere Erläuterung eines sechsten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Betätigungsverrichtung, bei der die zweite Stufe als
20 Planetenradgetriebe **20** ausgebildet ist, und bei der eine weitere Getriebestufe sowohl in die erste Stufe **10** als auch in die dritte Stufe **30** der Getriebeeinheit integriert ist. Denn dies ergibt sich einem Fachmann durch Kombination der erfindungsgemäßen Betätigungsverrichtung **130** des vierten Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 6** und **Fig. 7** und der erfindungsgemäßen Betätigungsverrichtung **110**
25 des zweiten Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 4** und **Fig. 5**.

Fig. 8 zeigt schematisch in Seitenansicht ein siebtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Betätigungsverrichtung **160** für eine elektromechanisch betätigbare Fahrzeugbremse. Gegenüber den in **Fig. 2** bis **Fig. 7** gezeigten, erfindungsgemäßen
30 Betätigungsverrichtungen **100**, **110** und **130** sind bei der Getriebeeinheit der Betätigungsverrichtung **160** die zweite Stufe **20** und die dritte Stufe **30** jeweils als Stirn-

radgetriebe ausgebildet; die erste Stufe **10** ist als (nicht näher dargestelltes) Planetenradgetriebe ausgebildet.

Dabei wird das Sonnenrad des die erste Stufe bildenden Planetenradgetriebes **10** von dem Antriebsritzel des Elektromotors **40** gebildet und ist somit coaxial zur Dreh- bzw. Längsachse **A** des Elektromotors **40** angeordnet.

Das Stirnradgetriebe der zweiten Stufe **20** wird von den Zahnrädern **21** und **22*** gebildet, wobei das kleinere Zahnrad **21** der zweiten Stufe **20** coaxial zur Drehachse **A** angeordnet und mit dem Ausgang des Planetenradgetriebes **10** drehfest gekoppelt ist. Das größere Zahnrad **22*** der zweiten Stufe **20** ist coaxial zur Drehachse **B** angeordnet, die sich parallel zur Drehachse **A** des Elektromotors **40** erstreckt.

Das Stirnradgetriebe der dritten Stufe **30** wird von den Zahnrädern **31*** und **32** gebildet, wobei das kleinere Zahnrad **31*** der dritten Stufe **30** coaxial zur Drehachse angeordnet und mit dem größeren Zahnrad **22*** der zweiten Stufe **20** drehfest gekoppelt ist, so dass die Zahnräder **22*** und **31*** ein Doppelzahnrad **22*/31*** bilden, das sich um die Drehachse **B** dreht. Das größere Zahnrad **32** der dritten Stufe **30** ist coaxial zur Drehachse **C** angeordnet, die sich parallel zur Drehachse **A** des Elektromotors **40** bzw. parallel zur Drehachse **B** des Doppelzahnrad **22/31** erstreckt.

Wie bei der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung **130** des vierten Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 6** und **Fig. 7**, weist die Getriebereinheit der Betätigungsvorrichtung **160** eine Zwischenstufe **24** auf, die als Stirnradgetriebe ausgebildet ist und in die dritte Stufe **30** der Getriebereinheit integriert ist.

Auf die nähere Erläuterung eines achten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung, bei der die erste Stufe als Planetenradgetriebe **10** ausgebildet ist, und bei der eine weitere Getriebestufe nicht in die dritte Stufe **30**,

sondern in die zweite Stufe **10** der Getriebeeinheit integriert ist, wird verzichtet. Denn dies ergibt sich einem Fachmann unmittelbar aus der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung **100** des ersten Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 2** und **Fig. 3**, bei dem die Zwischenstufe **25** als Stirnradgetriebe ausgebildet und in die zweite Stufe **20** integriert ist.

Ebenso wird verzichtet auf die nähere Erläuterung eines neunten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung, bei der die erste Stufe als Planetenradgetriebe **10** ausgebildet ist, und bei der eine weitere Getriebestufe sowohl in die zweite Stufe **20** als auch in die dritte Stufe **30** der Getriebeeinheit integriert ist. Denn dies ergibt sich einem Fachmann durch Kombination der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung **160** des siebten Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 8** und der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung **100** des ersten Ausführungsbeispiels gemäß **Fig. 2** und **Fig. 3**.

Ein Fachmann weiß, dass in der Praxis die erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtungen **100**, **110**, **130** und **160** (nicht näher dargestellte) Träger-, Fixier-, Zentrierelemente und dergleichen umfassen, um die Zahnräder **11**, **12**, **21**, **22**, **22***, **31**, **31***, **32**, **24a**, **24b**, **25a**, **25b**, **26a** und **26b** in Bezug auf die Drehachsen **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F** und **G** zu lagern und zu positionieren. Auch weiß ein Fachmann, dass in der Praxis sämtliche Komponenten der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung in einem (nicht näher dargestellten) Gehäuse untergebracht sind, so dass die Betätigungsvorrichtungen **100**, **110**, **130** und **160** eine eigenständig handhabbare Baugruppe bilden, die beim Anbau an die (nicht näher dargestellte) Fahrzeugbremse beliebig ausgerichtet sein kann. Anregungen dafür findet der Fachmann unter anderem in der WO 2012/010256 A1, deren Offenbarungsgehalt in Bezug auf eine praxisgerechte konstruktive Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Betätigungsvorrichtung **100** bzw. **110** bzw. **130** bzw. **160** als wesentlich angesehen und hiermit aufgenommen wird.

Abschließend wird für die in **Fig. 2** bis **Fig. 5** gezeigten, erfindungsgemäßen Betätigungs-
vorrichtungen **100** und **110** noch ein praxisgerechtes Zahlenbeispiel für die
Auslegung der Getriebeeinheit angegeben. Weist das kleinere Zahnrad **11** 15 Zähne
und das größere Zahnrad **12** 75 Zähne auf, so beträgt die Untersetzung der ersten
5 Stufe **10** 5:1. Weist das kleinere Zahnrad **21** 10 Zähne und das größere Zahnrad **22**
60 Zähne auf, so beträgt die Untersetzung der zweiten Stufe **20** 6:1. Weist das Pla-
netenradgetriebe der dritten Stufe **30** eine Untersetzung von 13:1 auf, dann beträgt
die Gesamtuntersetzung der Getriebeeinheit 390:1.

10 Die Zwischenzahnräder **24a**, **24b** bzw. **25a**, **25b** bzw. **26a**, **26b** der Zwischenstu-
fe **24** bzw. **25** bzw. **26** wirken sich nicht unmittelbar auf die Gesamtuntersetzung
der Getriebeeinheit aus, sondern dienen wie erwähnt dazu die erhöhten Reaktions-
kräfte abzuleiten, die aus der Änderung der Übersetzungs- bzw. Untersetzungsver-
hältnisse der vorhandenen Stufen **10**, **20** und **30** der Getriebeeinheit resultieren.

15 Aufgrund der Zwischenzahnräder **26a** und **26b** steht bei der ersten Stufe **10** das
kleinere Zahnrad **11** nicht mit dem größeren Zahnrad **12** in Eingriff; bei der zweiten
Stufe **20** steht aufgrund der Zwischenzahnräder **25a** und **25b** das kleinere Zahn-
rad **21** nicht mit dem größeren Zahnrad **22** in Eingriff; bei der dritten Stufe **30** steht
aufgrund der Zwischenzahnräder **24a** und **24b** das kleinere Zahnrad **31** nicht mit
20 dem größeren Zahnrad **32** in Eingriff. Die Zwischenzahnräder **24a**, **24b** bzw. **25a**,
25b bzw. **26a**, **26b** können beispielsweise jeweils 20 Zähne aufweisen, um raum-
sparend in die vorhandene erste Stufe **10** bzw. zweite Stufe **20** bzw. dritte Stufe **30**
integriert werden zu können.

Patentansprüche

1. Betätigungsvorrichtung für eine elektromechanisch betätigbare Fahrzeugbremse, umfassend
 - eine mehrstufige Getriebeeinheit (**10, 20, 30**), die zwischen einem antreibenden Elektromotor (**40**) und einem getriebenen Antriebselement (**50**) der Fahrzeugbremse angeordnet ist, wobei
 - wenigstens eine Stufe (**10, 20, 30**) der Getriebeeinheit als Stirnradgetriebe ausgebildet ist, und wenigstens zwei Stufen (**10, 20, 30**) der Getriebeeinheit mittels eines Doppelzahnrades (**12/21; 22*/31***) gekoppelt sind, dessen Drehachse (**B**) sich parallel zur Drehachse (**A**) des Elektromotors (**40**) erstreckt,dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Getriebeeinheit wenigstens eine Zwischenstufe (**24; 25; 26**) aufweist, die als Stirnradgetriebe ausgebildet ist, und in die wenigstens eine als Stirnradgetriebe ausgebildete Stufe der Getriebeeinheit (**10; 20; 30**) integriert ist.
2. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die als Stirnradgetriebe ausgebildete Zwischenstufe (**24; 25; 26**) zwei Zwischenzahnräder (**24a, 24b; 25a, 25b; 26a, 26b**) aufweist.
3. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die beiden Zwischenzahnräder (**24a, 24b; 25a, 25b; 26a, 26b**) identisch dimensioniert sind.
4. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass
 - die Drehachsen (**D, E; F, G**) der Zwischenzahnräder (**24a, 24b; 25a, 25b; 26a, 26b**) sich parallel zur Drehachse (**A**) des Elektromotors (**40**) erstrecken.

- 22 -

5. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass
- die von den Drehachsen (**D**, **E**; **F**, **G**) der Zwischenzahnräder (**24a**, **24b**; **25a**, **25b**; **26a**, **26b**) gebildete Ebene (**D-E**; **F-G**) sich senkrecht zu der von der Drehachse (**A**) des Elektromotors (**40**) und der Drehachse (**B**) des Doppelzahnrades (**12/21**; **22*/31***) gebildeten Ebene (**A-B-C**) erstreckt.
6. Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass
- die erste und die zweite Stufe (**10**, **20**) der Getriebeeinheit jeweils als Stirnradgetriebe ausgebildet sind, wobei
 - die wenigstens eine Zwischenstufe (**24**; **25**; **26**) in die erste und/oder die zweite Stufe (**10**, **20**) der Getriebeeinheit integriert ist.
7. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die erste und die zweite Stufe (**10**, **20**) der Getriebeeinheit mittels des Doppelzahnrades (**12/21**) gekoppelt sind, dessen Drehachse (**B**) sich parallel zur Drehachse (**A**) des Elektromotors (**40**) erstreckt
8. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass
- die zweite Stufe (**20**) mittels eines Doppelzahnrades (**22/31**) mit der dritten Stufe (**30**) gekoppelt ist, dessen Drehachse (**C**) sich parallel zur Drehachse (**A**) des Elektromotors (**40**) erstreckt.
9. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass
- die dritte Stufe (**30**) als Planetenradgetriebe ausgebildet ist.
10. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Drehachse (**C**) des Doppelzahnrades (**22/31**), das die zweite und dritte Stufe (**20**, **30**) koppelt, in der von der Drehachse (**A**) des Elektromotors (**40**)

und der Drehachse (**B**) des Doppelzahnrades (**12/21**), das die erste und zweite Stufe (**10, 20**) koppelt, gebildeten Ebene (**A-B-C**) liegt.

11. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 7 und 8, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Schnittgerade, in der die von den Drehachsen (**D, E; F, G**) der Zwischenzahnräder (**24a, 24b; 25a, 25b; 26a, 26b**) gebildete Ebene (**D-E; F-G**) die von den Drehachsen (**A, B, C**) des Elektromotors (**40**) und der Doppelzahnräder (**22/31, 12/21**) gebildete Ebene (**A-B-C**) schneidet, zwischen der Drehachse (**A**) des Elektromotors (**40**) und der Drehachse (**C**) des Doppelzahnrades (**22/31**) verläuft, das die zweite und dritte Stufe (**20, 30**) koppelt.
12. Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass
- die erste und die dritte Stufe (**10, 30**) der Getriebeeinheit jeweils als Stirnradgetriebe ausgebildet sind, wobei
 - die wenigstens eine Zwischenstufe (**24; 25; 26**) in die erste und/oder dritte Stufe (**10, 30**) der Getriebeeinheit integriert ist.
13. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass
- die erste Stufe (**10**) mittels eines Doppelzahnrades (**12/21**) mit einer zweiten Stufe (**20**) gekoppelt ist, und
 - die zweite Stufe (**20**) als Planetenradgetriebe ausgebildet ist.
14. Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass
- die zweite und die dritte Stufe (**20, 30**) der Getriebeeinheit jeweils als Stirnradgetriebe ausgebildet sind, wobei
 - die wenigstens eine Zwischenstufe (**24; 25; 26**) in die zweite und/oder dritte Stufe (**20, 30**) der Getriebeeinheit integriert ist.

15. Betätigungsvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass
- die zweite Stufe (**20**) mittels eines Doppelzahnrades (**22*/31***) mit der dritten Stufe (**30**) gekoppelt ist, und
 - die erste Stufe (**10**) als Planetenradgetriebe ausgebildet ist.
- 5
16. Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Drehachse (**C**) eines durchmessergrößten Zahnrades (**32**) der dritten Stufe (**30**) in der von der Drehachse (**A**) des Elektromotors (**40**) und der Drehachse (**B**) des Doppelzahnrades (**12/21; 22*/31***) gebildeten Ebene (**A-B-C**) liegt.
- 10
17. Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass
- die Schnittgerade, in der die von den Drehachsen (**D, E; F, G**) der Zwischenzahnräder (**24a, 24b; 25a, 25b; 26a, 26b**) gebildete Ebene (**D-E; F-G**) die von den Drehachsen (**A, B, C**) des Elektromotors (**40**) sowie des Doppelzahnrades (**22*/31*, 12/21**) gebildete Ebene (**A-B-C**) schneidet, zwischen der Drehachse (**A**) des Elektromotors (**40**) und der Drehachse (**C**) eines durchmessergrößten Zahnrades (**32**) der dritten Stufe (**30**) verläuft.
- 15
- 20
18. Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass
- die erste Stufe (**10**) der Getriebeeinheit eingangsseitig von dem Elektromotor (**40**) angetrieben wird.
- 25
19. Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass
- von der dritten Stufe (**30**) der Getriebeeinheit ausgangsseitig das Antriebselement (**50**) der Fahrzeugbremse getrieben wird.
- 30

- 25 -

20. Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass

- die zweite Stufe (**20**) der Getriebeeinheit der ersten Stufe (**10**) der Getriebeeinheit nachgeschaltet und/oder der dritten Stufe (**30**) der Getriebeeinheit vorgeschaltet ist.

5

21. Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass

- wenigstens eine Stufe der Getriebeeinheit, in die keine Zwischenstufe integriert ist, als Riemengetriebe oder Reibradgetriebe ausgebildet ist.

10

22. Elektromechanisch betätigbare Fahrzeugbremse, umfassend

- eine Betätigungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 21, und
- ein Antriebselement (**50**), das die von der Getriebeeinheit der Betätigungsvorrichtung ausgangsseitig erzeugte Drehbewegung in eine Längsbewegung zum Betätigen der Fahrzeugbremse umwandelt.

15

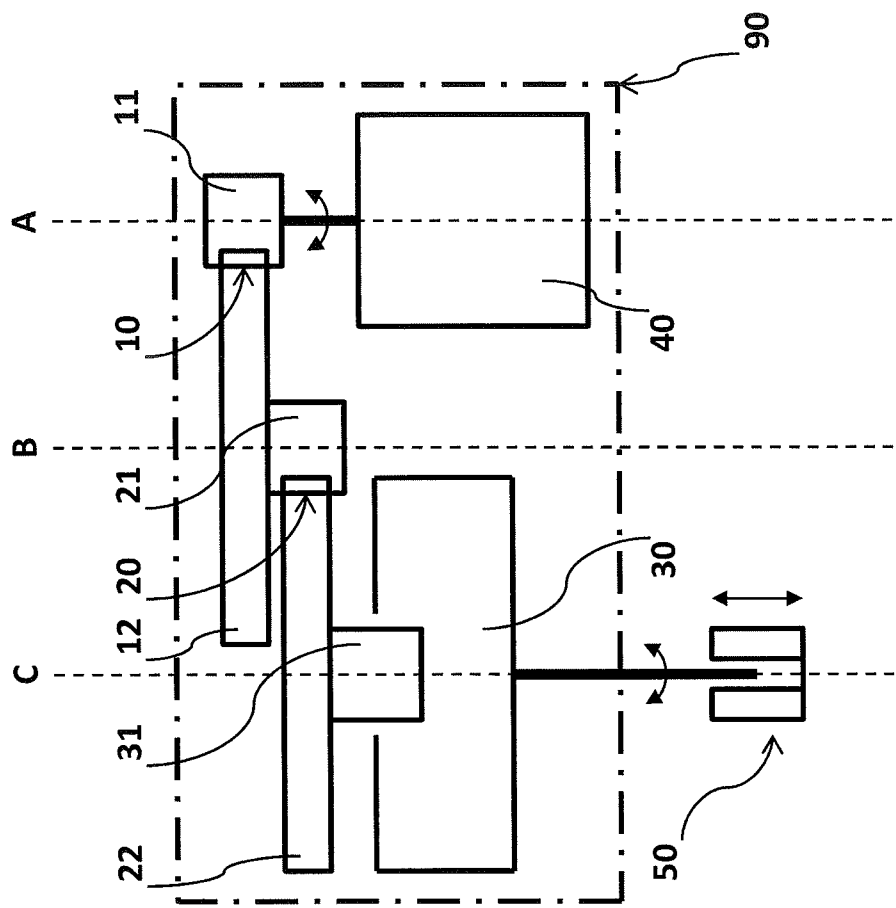


Fig. 1

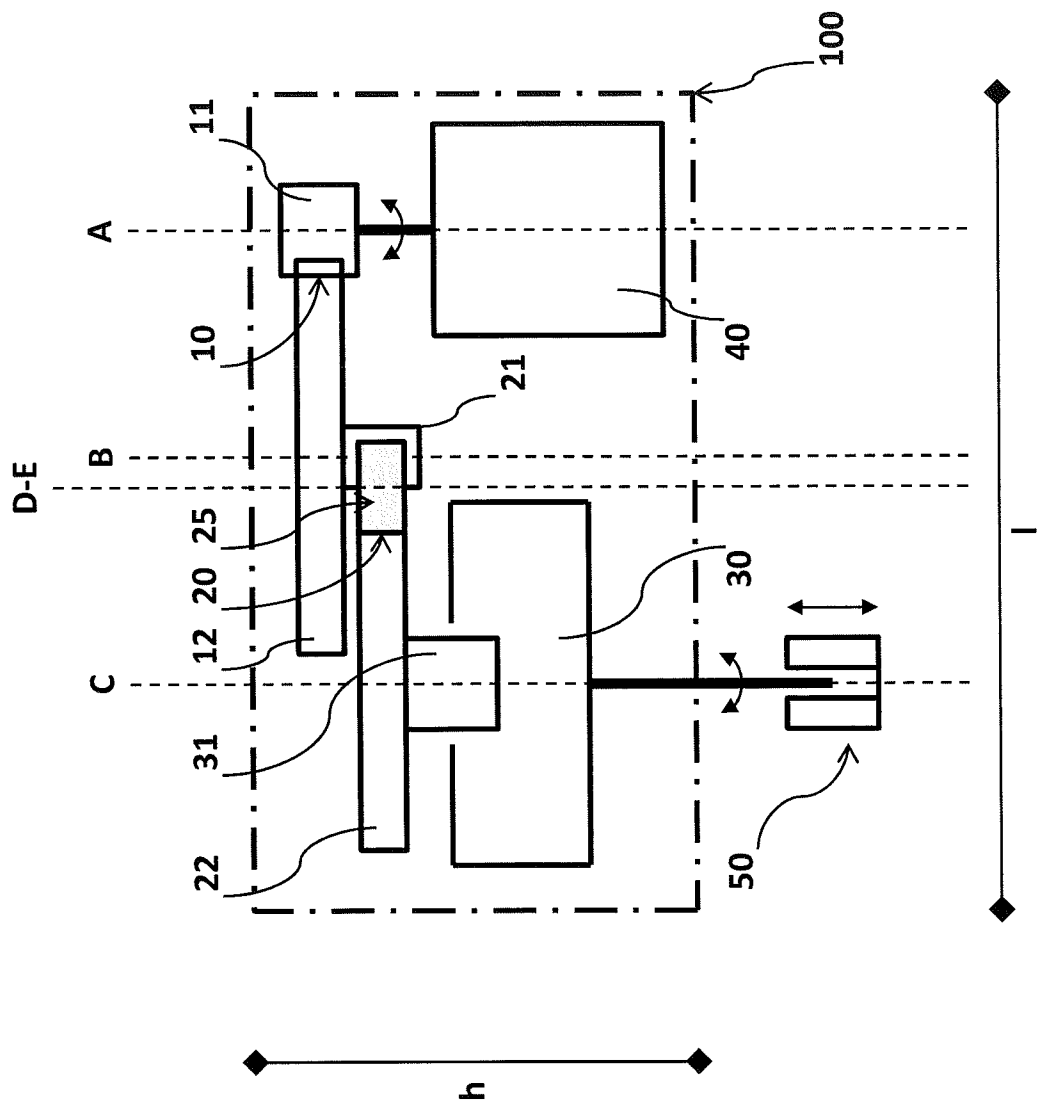


Fig. 2

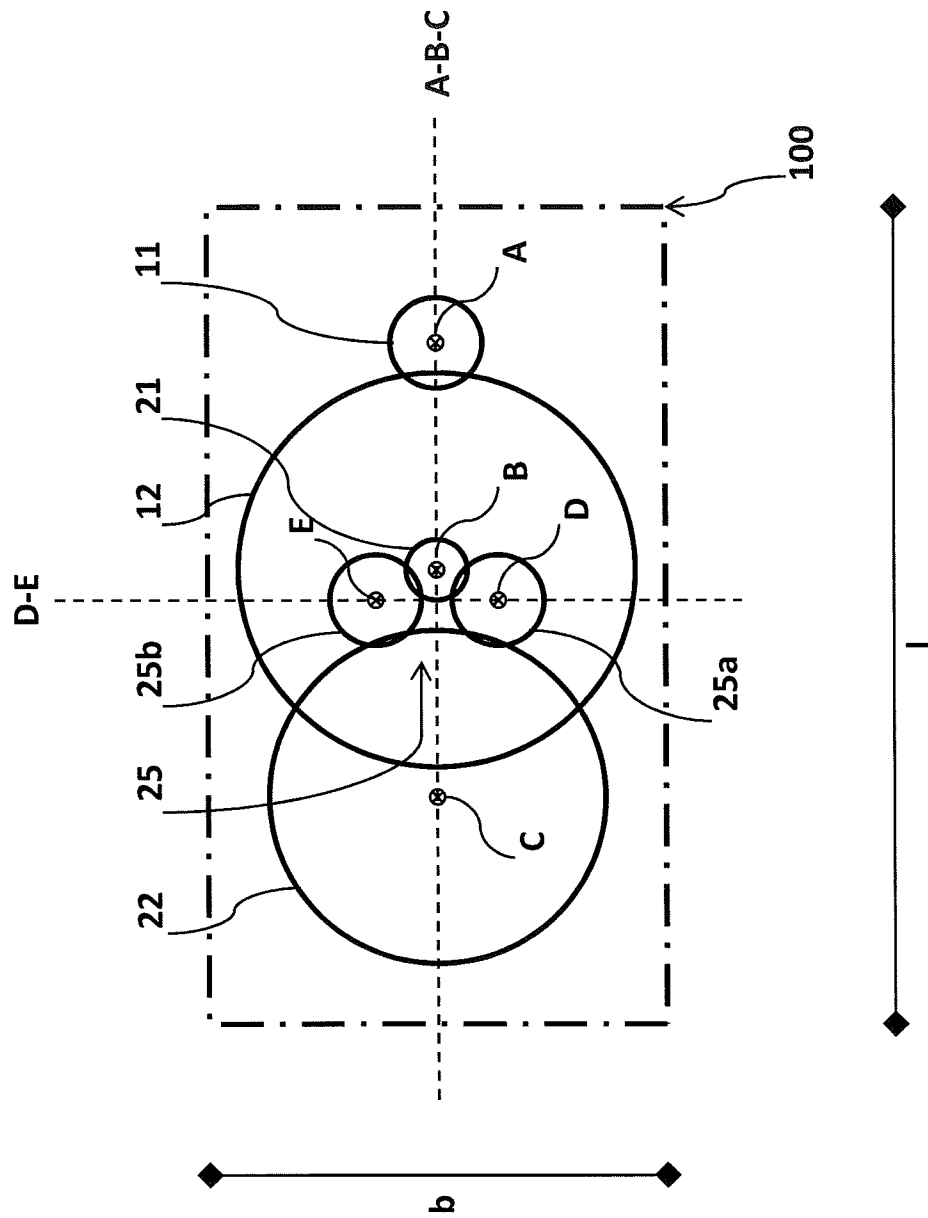


Fig. 3

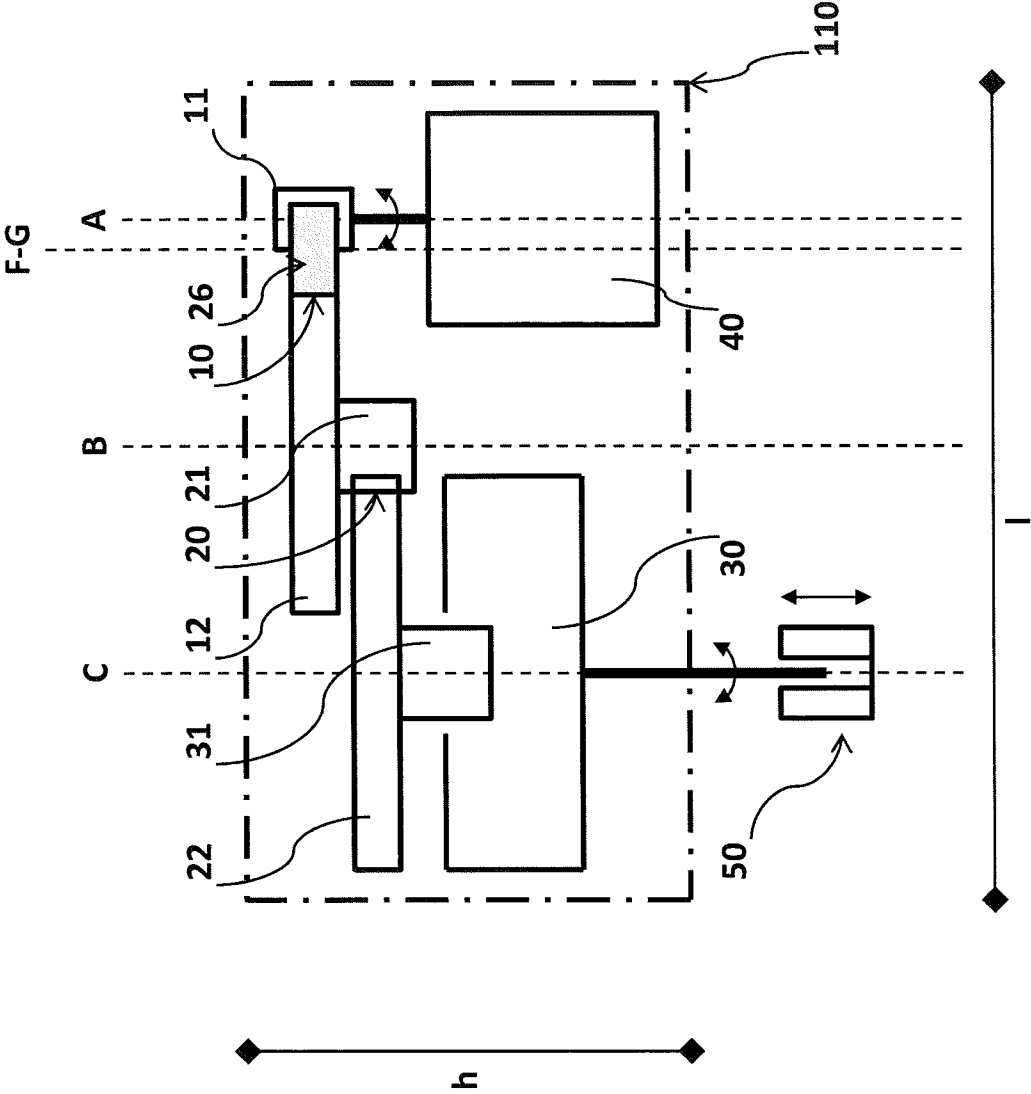


Fig. 4

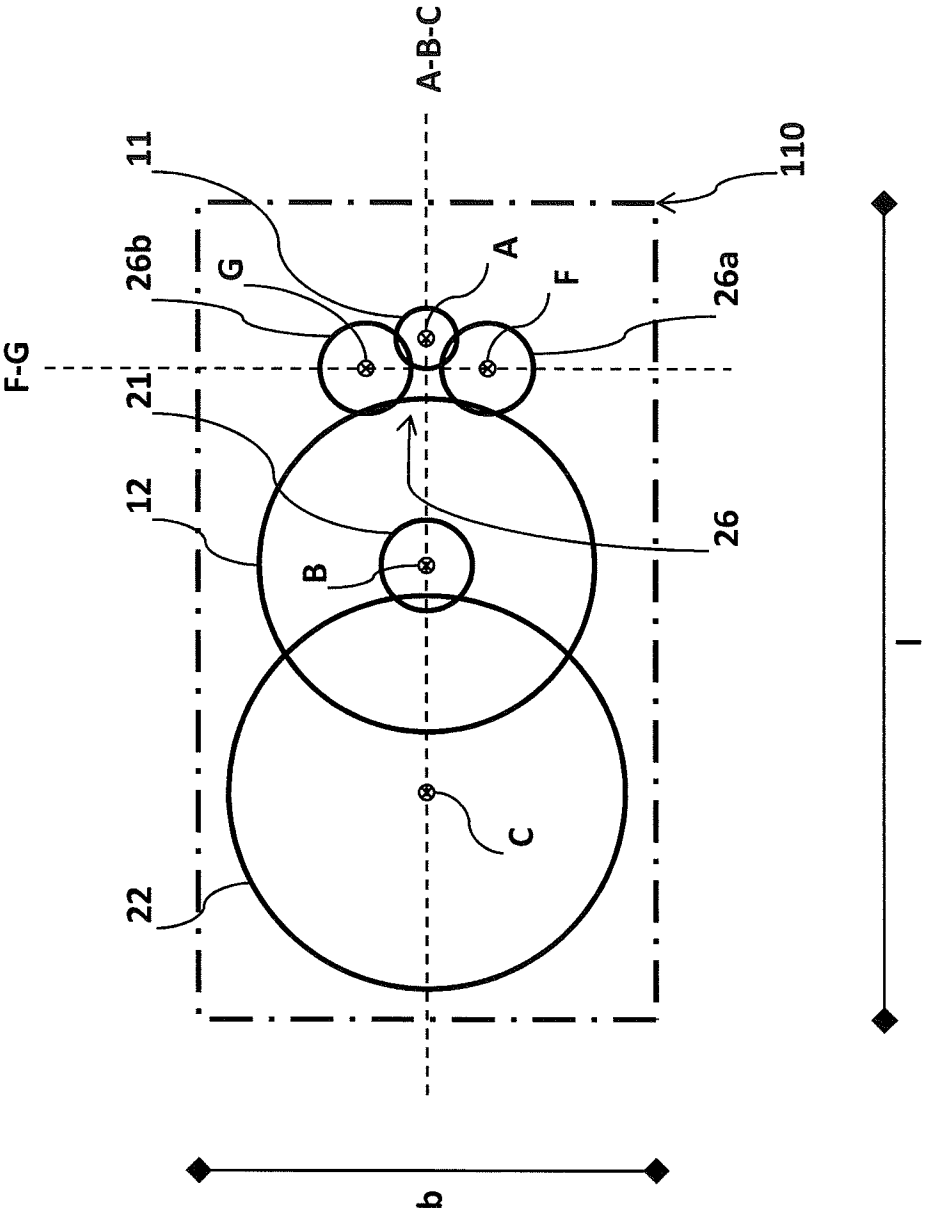


Fig. 5

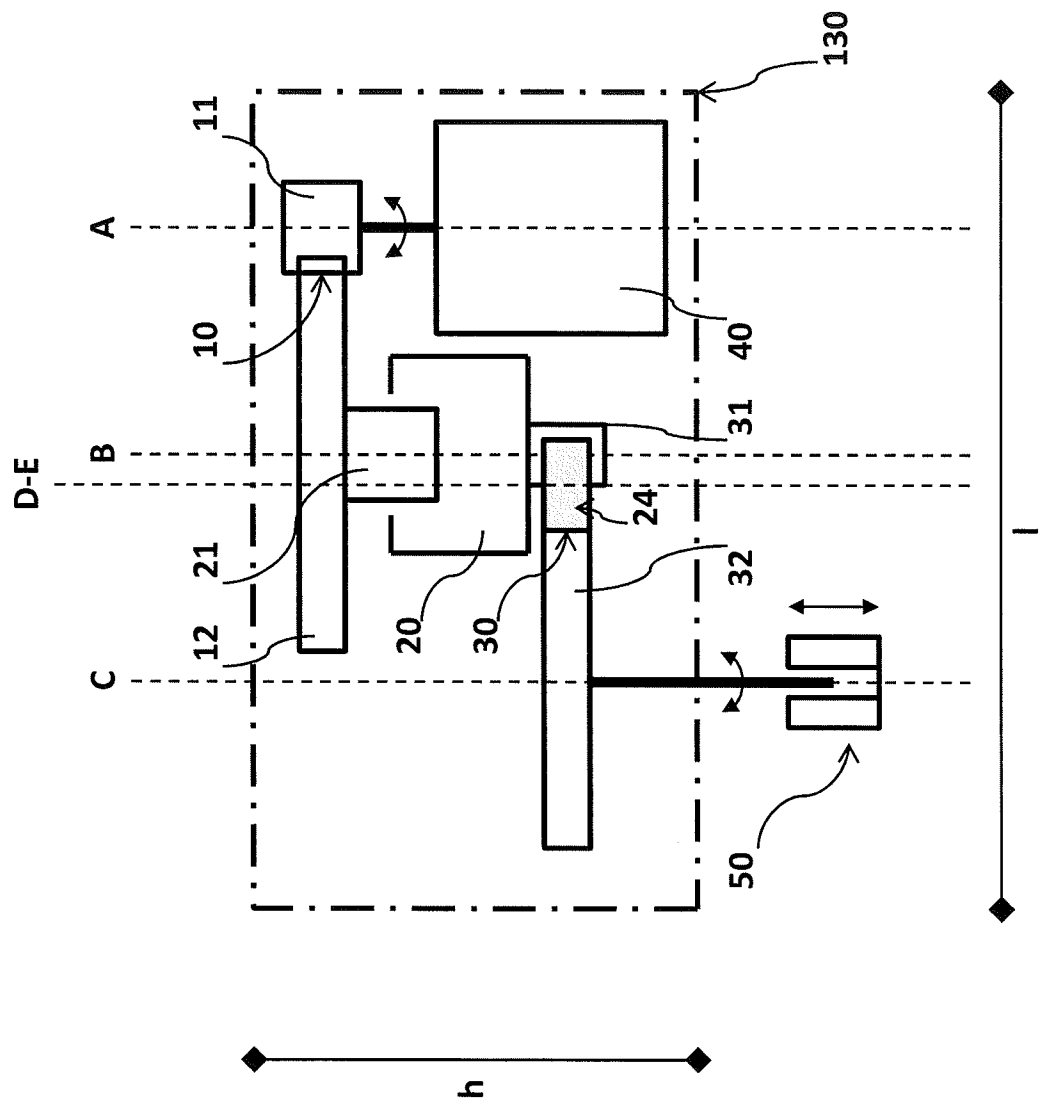


Fig. 6

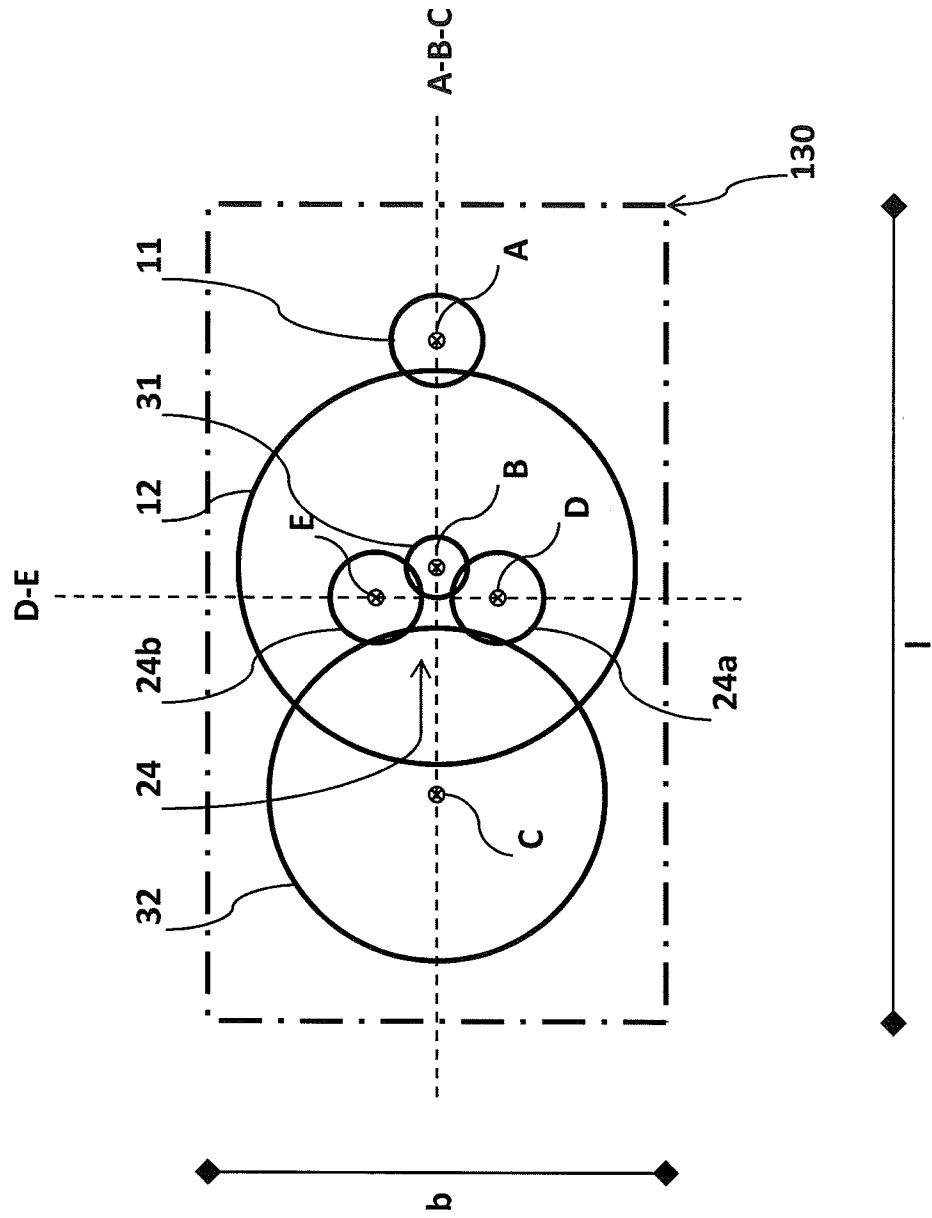


Fig. 7

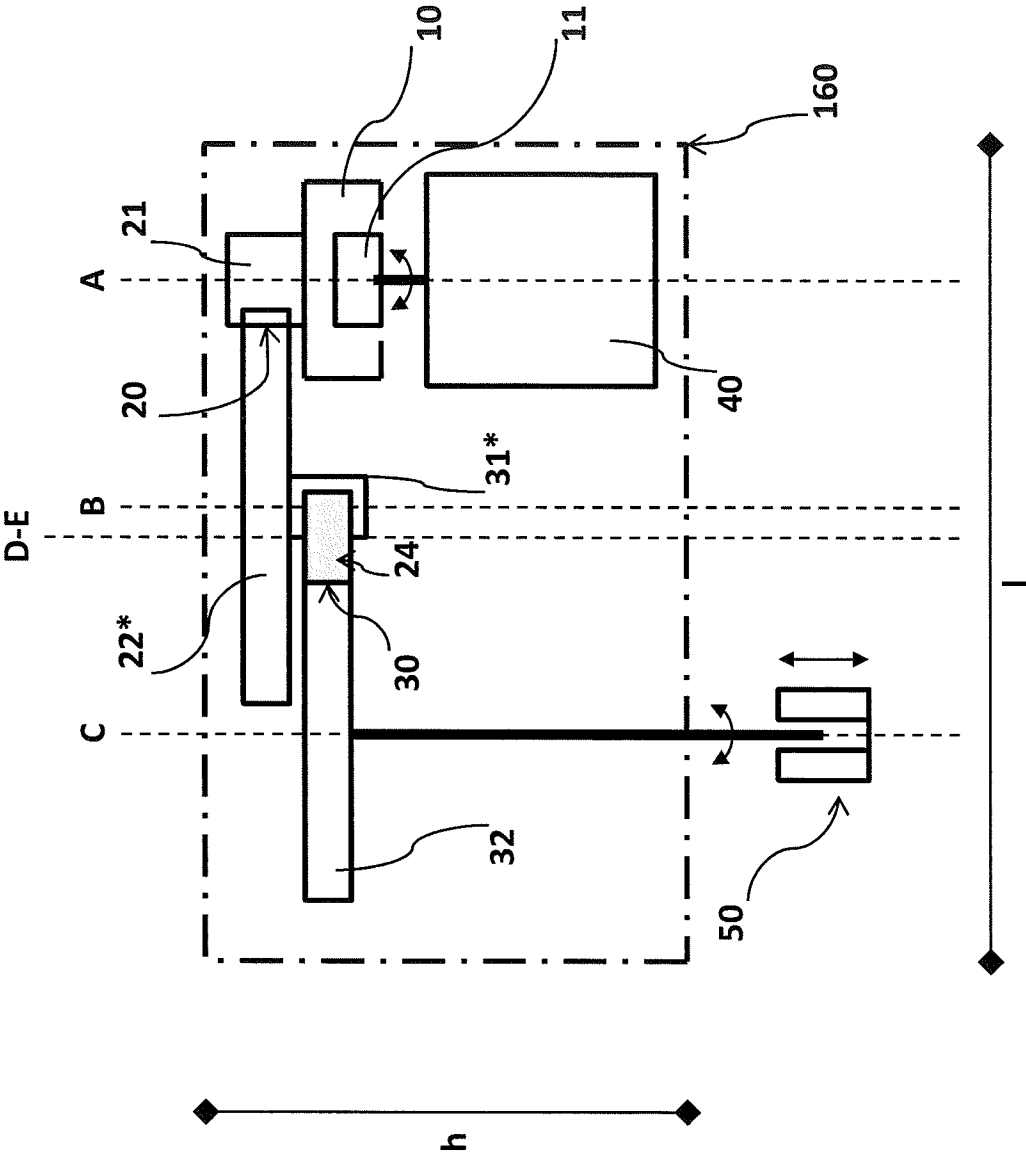


Fig. 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/076719

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60T13/74
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)
B60T 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 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 A	US 2014/090933 A1 (SAKASHITA TAKAYASU [JP] ET AL) 3 April 2014 (2014-04-03) paragraph [0026] - paragraph [0028]; figures 2,4	1,6,7, 10,13,18 2-5,8,9, 11,12, 14-17, 19,20,22
A	----- WO 00/61962 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; WEILER ROLF [DE]; BALZ JUERGEN [DE] 19 October 2000 (2000-10-19) page 9, line 15; figures 1,2	1-22
A	----- WO 2011/076366 A1 (LUCAS AUTOMOTIVE GMBH [DE]; POERTZGEN GREGOR [DE]; GIERING WILFRIED [D] 30 June 2011 (2011-06-30) page 6, line 26 - page 11, line 12; figures 1,2	1-22
	----- -/-	



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

4 September 2015

Date of mailing of the international search report

16/09/2015

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

Raffaelli, Leonardo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/076719

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011 179569 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 15 September 2011 (2011-09-15) abstract; figure 3 -----	1-22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/076719

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2014090933	A1	03-04-2014	CN 103711816 A	09-04-2014
			DE 102013218927 A1	03-04-2014
			JP 2014070670 A	21-04-2014
			KR 20140042722 A	07-04-2014
			US 2014090933 A1	03-04-2014

WO 0061962	A1	19-10-2000	DE 10080921 D2	11-04-2002
			EP 1169581 A1	09-01-2002
			JP 2002541414 A	03-12-2002
			US 6761252 B1	13-07-2004
			WO 0061962 A1	19-10-2000

WO 2011076366	A1	30-06-2011	CN 102753407 A	24-10-2012
			DE 102009060203 A1	30-06-2011
			US 2013180811 A1	18-07-2013
			WO 2011076366 A1	30-06-2011

JP 2011179569	A	15-09-2011	JP 5552839 B2	16-07-2014
			JP 2011179569 A	15-09-2011

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60T13/74
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60T F16D

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

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X A	US 2014/090933 A1 (SAKASHITA TAKAYASU [JP] ET AL) 3. April 2014 (2014-04-03) Absatz [0026] - Absatz [0028]; Abbildungen 2,4	1,6,7, 10,13,18 2-5,8,9, 11,12, 14-17, 19,20,22
A	----- WO 00/61962 A1 (CONTINENTAL TEVES AG & CO OHG [DE]; WEILER ROLF [DE]; BALZ JUERGEN [DE] 19. Oktober 2000 (2000-10-19) Seite 9, Zeile 15; Abbildungen 1,2	1-22
A	----- WO 2011/076366 A1 (LUCAS AUTOMOTIVE GMBH [DE]; POERTZGEN GREGOR [DE]; GIERING WILFRIED [D] 30. Juni 2011 (2011-06-30) Seite 6, Zeile 26 - Seite 11, Zeile 12; Abbildungen 1,2	1-22
	----- -/-	

☒ 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 er-
scheinen 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

4. September 2015

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16/09/2015

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

Raffaelli, Leonardo

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 2011 179569 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS LTD) 15. September 2011 (2011-09-15) Zusammenfassung; Abbildung 3 -----	1-22

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/076719

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2014090933	A1	03-04-2014	CN	103711816 A	09-04-2014
			DE	102013218927 A1	03-04-2014
			JP	2014070670 A	21-04-2014
			KR	20140042722 A	07-04-2014
			US	2014090933 A1	03-04-2014

WO 0061962	A1	19-10-2000	DE	10080921 D2	11-04-2002
			EP	1169581 A1	09-01-2002
			JP	2002541414 A	03-12-2002
			US	6761252 B1	13-07-2004
			WO	0061962 A1	19-10-2000

WO 2011076366	A1	30-06-2011	CN	102753407 A	24-10-2012
			DE	102009060203 A1	30-06-2011
			US	2013180811 A1	18-07-2013
			WO	2011076366 A1	30-06-2011

JP 2011179569	A	15-09-2011	JP	5552839 B2	16-07-2014
			JP	2011179569 A	15-09-2011
