

(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
19. Juni 2014 (19.06.2014)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2014/090401 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60R 22/405 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2013/003741

(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Dezember 2013 (11.12.2013)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2012 024 270.0
12. Dezember 2012 (12.12.2012) DE

(71) Anmelder: **TRW AUTOMOTIVE GMBH** [DE/DE];
Industriestraße 20, 73553 Alfdorf (DE).

(72) Erfinder: **BILLER, Joachim**; Mozartstraße 3, 73547
Lorch (DE). **BAUSCH, Hans-Peter**; Farbgasse 7, 73553
Alfdorf (DE).

(74) Anwalt: **PREHN, Manfred**; TRW Automotive GmbH,
Industriestraße 20, 73553 Alfdorf (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, 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, LT, 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, 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)

(54) Title: FORCE LIMITING DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING A FORCE LIMITING DEVICE

(54) Bezeichnung : KRAFTBEGRENZUNGSEINRICHTUNG SOWIE VERFAHREN ZUR STEUERUNG EINER
KRAFTBEGRENZUNGSEINRICHTUNG

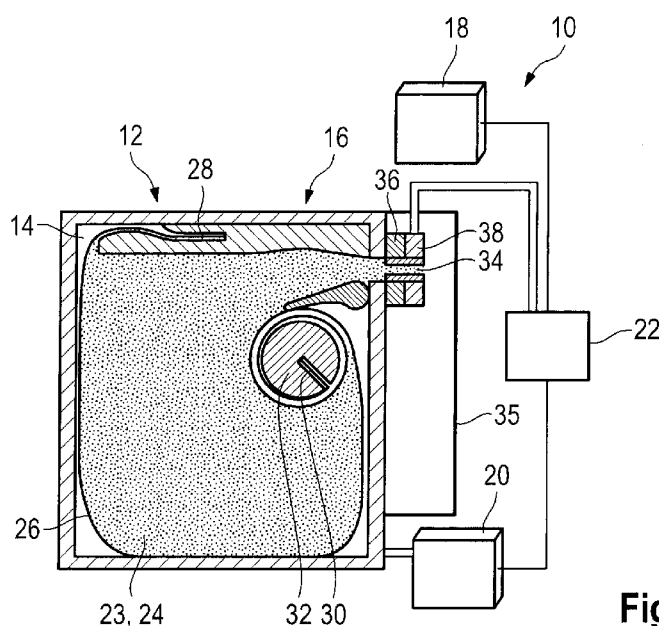


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a force limiting device (10), particularly for a seat belt in a motor vehicle, with a controllable braking device (16) which has a liquid-filled chamber (24) with a channel (34) through which the liquid (23) can flow, an element (32) to be braked which is coupled to the seat belt, at least one sensor (18) for detecting vehicle operation data, particularly an acceleration sensor, a sensor (20) for detecting the extension of the seat belt, and a control system (22) which controls the braking performance of the braking device (16) as a function of the vehicle operating data measured and the measured extension of the seat belt. The liquid (23) is a magnetorheological liquid and a control magnet is provided which can generate a variable magnetic field in the channel (34) and can modify the viscosity of the magnetorheological liquid in the channel (34).

(57) Zusammenfassung: Bei einer Kraftbegrenzungseinrichtung (10), insbesondere für einen Sicherheitsgurt in einem Fahrzeug, mit einer steuerbaren Bremsenrichtung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(16), die einen flüssigkeitsgefüllten Raum (24) mit einem Kanal (34) aufweist, durch den die Flüssigkeit (23) strömen kann, einem zu bremsenden Element (32), das mit dem Sicherheitsgurt gekoppelt ist, zumindest einem Sensor (18) zur Erfassung von Fahrzeugbetriebsdaten, insbesondere einem Beschleunigungssensor, einem Sensor (20) zur Erfassung des Gurtbandauszuges, und einer Steuerung (22), die die Bremsleistung der Bremsvorrichtung (16) in Abhängigkeit von den gemessenen Fahrzeugbetriebsdaten und dem gemessenen Gurtbandauszug steuert, ist die Flüssigkeit (23) eine magnetorheologische Flüssigkeit, und es ist ein Steuermagnet vorgesehen, der im Kanal (34) ein variables Magnetfeld erzeugen und die Viskosität der magnetorheologischen Flüssigkeit im Kanal (34) ändern kann.

Kraftbegrenzungseinrichtung sowie Verfahren zur Steuerung einer Kraftbegrenzungseinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Kraftbegrenzungseinrichtung, insbesondere für
5 einen Sicherheitsgurt in einem Fahrzeug. Die Erfindung betrifft des Weiteren ein Verfahren zur Steuerung einer solchen Kraftbegrenzungseinrichtung.

Kraftbegrenzungseinrichtungen ermöglichen bei einem Blockieren des Sicherheitsgurtes einen begrenzten Auszug des Gurtbandes, um die Belastung auf den Fahrzeuginsassen zu reduzieren. Eine solche
10 Kraftbegrenzungseinrichtung weist eine Bremseinrichtung auf, die über das zu bremsende Element den Gurtbandauszug reguliert. Aus dem Stand der Technik sind Bremseinrichtungen mit einem flüssigkeitsgefüllten Raum bekannt, der einen Kanal aufweist, durch den die Flüssigkeit strömen kann. Im oder am flüssigkeitsgefüllten Raum ist ein Verdrängungselement angeordnet, das über ein
15 zu bremsendes Element mit dem Sicherheitsgurt gekoppelt ist, und bei einem Blockieren des Sicherheitsgurtes bzw. einem Auslösen der Kraftbegrenzungseinrichtung so im flüssigkeitsgefüllten Raum bewegt wird, dass die Flüssigkeit durch den Kanal strömt.

Durch die Einstellung der Flüssigkeitsmenge, die durch den Kanal strömt, bzw. Strömungsgeschwindigkeit im Kanal, kann der Widerstand eingestellt
20 werden, der einer Bewegung des Verdrängungselement entgegenwirkt, und somit das Niveau der Kraftbegrenzung bzw. des Gurtbandauszugs.

Um eine möglichst genaue Anpassung der Kraftbegrenzungseinrichtung, beispielsweise an das Gewicht des Fahrzeuginsassen oder die Intensität der

Verzögerung zu erzielen, weisen solche Kraftbegrenzungseinrichtungen Sensoren zur Erfassung von Fahrzeugbetriebsdaten, beispielsweise der Beschleunigung des Fahrzeugs, und zur Erfassung des Gurtbandauszugs, sowie eine Steuerung auf. Durch die Steuerung kann der Auszug des Gurtbandes in
5 Abhängigkeit von den gemessenen Daten so gesteuert werden, dass der zur Verfügung stehende Bereich für eine Kraftbegrenzung ideal ausgenutzt bzw. die Belastung auf den Fahrzeuginsassen möglichst gering gehalten wird. Um eine möglichst exakte Steuerung der Bremseinrichtung zu gewährleisten, ist es erforderlich, den Durchfluss durch den Kanal möglichst genau regulieren zu
10 können.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Kraftbegrenzungseinrichtung der eingangs genannten Art bereitzustellen, die eine zuverlässige, genau steuerbare Bremseinrichtung aufweist. Aufgabe der Erfindung ist es weiterhin, ein Verfahren zur Steuerung einer solchen Kraftbegrenzungseinrichtung bereitzustellen.

15 Zur Lösung der Aufgabe ist bei einer Kraftbegrenzungseinrichtung, insbesondere für einen Sicherheitsgurt in einem Fahrzeug, mit einer steuerbaren Bremseinrichtung, die einen flüssigkeitsgefüllten Raum mit einem Kanal aufweist, durch den die Flüssigkeit strömen kann, einem zu bremsenden Element, das mit dem Sicherheitsgurt gekoppelt ist, zumindest einem Sensor zur Erfassung von
20 Fahrzeugbetriebsdaten, insbesondere einem Beschleunigungssensor, einem Sensor zur Erfassung des Gurtbandauszuges, und einer Steuerung, die die Bremsleistung der Bremseinrichtung in Abhängigkeit von den gemessenen Fahrzeugbetriebsdaten und dem gemessenen Gurtbandauszug steuert, vorgesehen, dass die Flüssigkeit eine magnetorheologische Flüssigkeit ist und
25 ein Steuermagnet vorgesehen ist, der im Kanal ein variables Magnetfeld erzeugen und die Viskosität der magnetorheologischen Flüssigkeit im Kanal ändern kann. Bei den bisher bekannten Kraftbegrenzungseinrichtungen wird der Durchfluss durch den Kanal durch mechanische Maßnahmen, beispielsweise eine veränderbare Querschnittsverengung oder durch ein mechanisches Ventil
30 im Kanal, gesteuert. Dazu sind aber bewegliche Teile im Kanal erforderlich. Durch die Verwendung eines Magneten, der die Viskosität der Flüssigkeit im Kanal verändert, ist eine Steuerung des Durchflusses ohne die Anordnung von zusätzlichen beweglichen Teilen in der Flüssigkeit bzw. im Kanal möglich. Durch eine stufenlose Anpassung des Magnetfeldes ist zudem eine genaue

Regulierung der Bremseinrichtung und somit der Kraftbegrenzungseinrichtung möglich. Da keine beweglichen Teile im Kanal vorhanden sind, ist eine verschleißfreie, zuverlässige Möglichkeit der Steuerung der Kraftbegrenzungseinrichtung geschaffen.

- 5 Das variable Magnetfeld kann auf verschiedene Weisen im Kanal erzeugt werden. In einer ersten Ausführungsform ist der Steuermagnet ein Elektromagnet, der durch die Steuerung ein- oder ausgeschaltet werden und im Kanal ein variables Magnetfeld erzeugen kann. In dieser Ausführungsform ist der Steuermagnet fest installiert, und die Einstellung des Magnetfeldes erfolgt über
10 die Änderung der Stromstärke, die am Elektromagneten angelegt wird, wodurch die Stärke des Magnetfeldes beliebig angepasst werden kann.

- Der Steuermagnet kann aber auch ein beweglicher Permanentmagnet sein, der relativ zum Kanal verschoben werden kann. Durch den Abstand des Steuermagneten zum Kanal wird das Magnetfeld innerhalb des Kanals variiert.
15 Insbesondere kann der Permanentmagnet in dieser Ausführungsform beschleunigungsabhängig, beispielsweise durch eine starke Verzögerung, bewegt werden.

- In allen Ausführungsformen kann am oder im Kanal ein weiterer Permanentmagnet vorgesehen sein, dessen Magnetfeld in entgegengesetzter
20 oder gleicher Richtung zum Magnetfeld des Steuermagneten verläuft. Das heißt, der Steuermagnet schwächt das durch den Permanentmagnet im Kanal erzeugte Magnetfeld ab oder verstärkt dieses. Durch den Permanentmagnet kann beispielsweise im Kanal ein so starkes Magnetfeld erzeugt werden, dass die Viskosität der magnetorheologischen Flüssigkeit im Kanal so hoch ist, dass diese
25 nicht oder nur mit einem hohen Widerstand durch den Kanal strömen kann. Durch den entgegengesetzt gerichteten Steuermagneten wird das resultierende Magnetfeld abgeschwächt, so dass die Viskosität der magnetorheologischen Flüssigkeit so weit herabgesetzt wird, dass diese im Kanal strömen kann. Bei einem Stromausfall ist so die Kraftbegrenzungseinrichtung blockiert bzw. auf
30 einem sehr hohen Niveau eingestellt, sodass ein zu großer Gurtbandauszug bei einem Stromausfall oder einem Versagen des Steuermagneten sicher verhindert ist.

Die Bremseinrichtung kann beispielsweise ein Verdrängungselement aufweisen, das mit dem zu bremsenden Element gekoppelt ist und bei einer Bewegung des zu bremsenden Elements die Flüssigkeit durch den Kanal drückt.

5 Dieses Verdrängungselement kann beispielsweise ein Blech sein und das zu bremsende Element eine Welle, auf der das Blech aufgewickelt werden kann. Die Welle kann beispielsweise mit einem Gurtaufroller oder einer Gurtspule gekoppelt sein. Das Blech ist vorzugsweise so angeordnet, dass dieses bei einem Aufrollen auf der Welle das Volumen im flüssigkeitsgefüllten Raum reduziert, so dass die Flüssigkeit durch den Kanal aus dem flüssigkeitsgefüllten
10 Raum gedrängt wird. Eine solche Ausführungsform eignet sich bevorzugt für einen Gurtaufroller, bei dem die Welle mit der Gurtspule oder einen anderen drehenden Bauteil des Gurtaufrollers gekoppelt werden kann.

In einer weiteren Ausführungsform ist das Verdrängungselement ein Kolben und das zu bremsende Element ein Stempel, an dem der Kolben gehalten ist.
15 Das Verdrängungselement wird in dieser Ausführungsform geradlinig bewegt.

Das Verdrängungselement kann aber auch durch die Flüssigkeit bewegt werden, wobei der Kanal zwischen einer Innenwand des flüssigkeitsgefüllten Raumes und dem Verdrängungselement gebildet ist, also im flüssigkeitsgefüllten Raum vorgesehen ist.

20 Vorzugsweise sind zusätzliche Sensoren zur Erfassung von fahrzeugspezifischen Daten vorgesehen, sodass die Steuerung der Bremseinrichtung von verschiedenen Faktoren abhängig gemacht werden kann.

Zur Lösung der Aufgabe ist des Weiteren ein Verfahren zur Steuerung einer Kraftbegrenzungseinrichtung, insbesondere für ein Sicherheitsgurt in einem
25 Fahrzeug, vorgesehen, mit einer steuerbaren Bremseinrichtung, einem zu bremsenden Element, das mit dem Sicherheitsgurt gekoppelt ist, zumindest einem Sensor zur Erfassung von Fahrzeugbetriebsdaten, insbesondere ein Beschleunigungssensor, und mit einem Sensor zur Erfassung des Gurtbandauszuges. Erfindungsgemäß wird die Bremsleistung in Abhängigkeit von den
30 Fahrzeugbetriebsdaten und dem Gurtbandauszug so eingestellt, dass der maximale Gurtbandauszug und/oder die Gurtbandauszugsrate ausschließlich von den Fahrzeugbetriebsdaten abhängig ist. Das heißt, die Einstellung der

Bremseinrichtung erfolgt gewichtsunabhängig. Sie wird so eingestellt, dass für alle Fahrzeuginsassen der maximal zur Verfügung stehende Bereich für eine Kraftbegrenzung ausgenutzt werden kann, sodass die Belastung auf den Fahrzeuginsassen so weit wie möglich reduziert werden kann.

- 5 Die Fahrzeugbetriebsdaten sind beispielsweise Beschleunigungsdaten. Der maximale Gurtbandauszug und/oder die Gurtbandauszugsrate werden in Abhängigkeit von den Beschleunigungsdaten bestimmt, so dass diese auf die jeweilige Verzögerung des Fahrzeugs eingestellt werden können.

- Vorzugsweise muss die Beschleunigung einen definierten Grenzwert für die
10 Fahrzeugbeschleunigung übersteigen, der insbesondere abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit oder anderen Fahrzeugbetriebsdaten ist, sodass bei geringen Verzögerungen keine Auslösung der Kraftbegrenzungseinrichtung erfolgt.

- Weitere Vorteile und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden
15 Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen. In diesen zeigen:

- Figur 1 eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftbegrenzungseinrichtung in nicht aktiviertem Zustand,
- Figur 2 die Kraftbegrenzungseinrichtung aus Figur 1 in aktiviertem Zustand,
- Figur 3 eine schematische Darstellung der Steuerung der erfindungsgemäßen Kraftbegrenzungseinrichtung,
20
- Figur 4 eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftbegrenzungseinrichtung in nicht aktiviertem Zustand,
- Figur 5 die Kraftbegrenzungseinrichtung aus Figur 4 in aktiviertem Zustand,
- Figur 6 eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftbegrenzungseinrichtung in nicht aktiviertem Zustand,
25
- Figur 7 eine Schnittansicht durch die Kraftbegrenzungseinrichtung aus Figur 6,
- Figur 8 eine vierte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftbegrenzungseinrichtung in nicht aktiviertem Zustand,

- Figur 9 die Kraftbegrenzungseinrichtung aus Figur 8 in aktiviertem Zustand,
- Figur 10 eine fünfte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftbegrenzungseinrichtung in nicht aktiviertem Zustand,
- Figur 11 die Kraftbegrenzungseinrichtung aus Figur 10 in aktiviertem Zustand in aktiviertem Zustand,
- Figur 12 eine sechste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Kraftbegrenzungseinrichtung, und
- Figur 13 eine Schnittansicht durch die Kraftbegrenzungseinrichtung aus Figur 12.

10 In den Figuren 1 und 2 ist eine erste Ausführungsform einer Kraftbegrenzungseinrichtung 10 für einen Sicherheitsgurt in einem Fahrzeug gezeigt. Die Kraftbegrenzungseinrichtung 10 hat ein Gehäuse 12 mit einer Kammer 14, in der eine Bremseinrichtung 16 angeordnet ist, sowie einen ersten Sensor 18 zur Erfassung von Fahrzeugbetriebsdaten, beispielsweise der Beschleunigung des
15 Fahrzeugs, und einen zweiten Sensor 20, der einen Gurtbandauszug erfassen kann. Beide Sensoren sind an eine Steuerung 22 angeschlossen.

Die Bremseinrichtung 16 weist einen mit einer magnetorheologischen Flüssigkeit 23 gefüllten Raum 24 auf, der hier durch ein als Blech ausgebildetes Verdrängungselement 26 begrenzt wird, das mit einem Halteende 28 am
20 Gehäuse 12 und mit einem zweiten Ende 30 an einem zu bremsende Element 32 befestigt ist, das in dieser Ausführungsform als Welle ausgebildet ist. Die Welle ist so mit der Gurtspule oder einem anderen Bauteil des Sicherheitsgurts gekoppelt, dass die Welle bei einem Gurtbandauszug bezüglich Figur 1 gegen den Uhrzeigersinn gedreht wird.

25 Die Bremseinrichtung 16 weist des Weiteren einen Kanal 34 auf, der am Gehäuse 12 vorgesehen ist und strömungstechnisch mit dem flüssigkeitsgefüllten Raum 24 verbunden ist, sowie einen Auffangbehälter 35, der strömungstechnisch mit dem Kanal 34 verbunden ist.

30 Wird die Welle bei einem Gurtbandauszug entgegen dem Uhrzeigersinn gedreht, wird das Blech auf der Welle aufgewickelt, sodass das Volumen des flüssigkeitsgefüllten Raums 24 reduziert wird. Durch die Reduzierung des

Volumens wird die Flüssigkeit 23 aus dem Raum 24 durch den Kanal 34 in den Auffangbehälter 35 gedrängt. Wird die Durchflussrate der Flüssigkeit 23 durch den Kanal 34 reduziert, sodass die Flüssigkeit 23 nicht mit der erforderlichen Geschwindigkeit aus dem Raum 24 ausströmen kann, wird durch den steigenden
5 Druck im flüssigkeitsgefüllten Raum 24 eine Zugspannung auf das Blech ausgeübt. Diese Zugspannung wirkt der Drehung der Welle entgegen dem Uhrzeigersinn entgegen, wodurch der Gurtbandauszug verlangsamt bzw. gestoppt werden kann.

Zur Steuerung der Durchflussrate durch den Kanal sind am Kanal 24 ein
10 Permanentmagnet 36 sowie ein mit der Steuerung 22 gekoppelter Elektromagnet 38 vorgesehen, der einen Steuermagneten darstellt. Durch den Permanentmagnet 36 wird im Kanal 34 permanent ein Magnetfeld erzeugt, durch das die Viskosität der magnetorheologischen Flüssigkeit 23 so erhöht wird, dass die Flüssigkeit 23 nicht oder nur mit einem sehr Widerstand durch den Kanal 34
15 strömen kann. Da die magnetorheologische Flüssigkeit 23 nicht aus dem flüssigkeitsgefüllten Raum 24 herausfließen kann, kann die Welle nicht oder nur gegen einen hohen Widerstand gedreht werden. Die Kraftbegrenzungseinrichtung 10 ist also auf einem hohen Kraftbegrenzungsniveau eingestellt, auf dem nur ein minimaler Gurtbandauszug möglich ist.

20 Der Elektromagnet 38 ist in dieser Ausführungsform so angeordnet, dass das Magnetfeld des eingeschalteten Elektromagneten 38 entgegengesetzt zum Magnetfeld des Permanentmagneten 36 ausgerichtet ist. Wird der Elektromagnet 38 eingeschaltet, wird somit das auf die magnetorheologische Flüssigkeit 23 wirkende resultierende Magnetfeld im Kanal 34 reduziert, sodass die Viskosität
25 der magnetorheologischen Flüssigkeit 23 verringert wird und diese mit einem geringeren Widerstand durch den Kanal 34 in den Auffangbehälter 35 strömen kann (Figur 2).

Abhängig von der angelegten Stromstärke am Elektromagneten 38 und dem dadurch erzeugten Magnetfeld des Elektromagneten 38 kann das resultierende
30 Magnetfeld im Kanal und somit die Viskosität der Flüssigkeit 23 im Kanal 34 beliebig eingestellt werden, wodurch die Bremsleistung der Bremseinrichtung 16 frei eingestellt werden kann.

Ein Verfahren zur Steuerung einer solchen Kraftbegrenzungseinrichtung 10 ist in Figur 3 schematisch dargestellt.

Die gemessenen Werte des Sensors 18 zur Erfassung von Fahrzeugbetriebsdaten, hier die Verzögerungswerte des Fahrzeugs, werden an
5 die Steuerung 22 weitergeleitet. Abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit ist eine Schwelle 39 festgelegt, unterhalb der die Verzögerungswerte des Fahrzeugs nicht berücksichtigt werden, also keine Einstellung der Kraftbegrenzungseinrichtung 10 erfolgt, da bei diesen Beschleunigungswerten kein Ansprechen der Kraftbegrenzungseinrichtung 10 erforderlich ist. Aus den
10 Werten der Beschleunigung oberhalb dieser Schwelle 39 wird ein Differenzsignal erstellt, das über einen Differenzverstärker an die Stromendstufe weitergeleitet wird, die den Elektromagneten 38 analog zur über der Schwelle 39 liegenden Verzögerung ansteuert, sodass die Bremseinrichtung 16 entsprechend zur Fahrzeugverzögerung eingestellt werden kann.

15 Die Bremseinrichtung 16 wird hier nur in Abhängigkeit von der Fahrzeugverzögerung und nicht vom Gewicht des Fahrzeuginsassen eingestellt, sodass die Verzögerungswerte bzw. die Kraftbegrenzungswerte für alle Fahrzeuginsassen gleich sind. Dies ermöglicht unabhängig vom Fahrzeuginsassen eine ideale Ausnutzung des zur Verfügung stehenden Gurtbandauszuges für die
20 Kraftbegrenzung.

Zusätzlich kann durch den Sensor 20 der Gurtbandauszug gemessen werden, sodass ein Überschreiten eines maximalen Gurtbandauszugs bzw. ein Überschreiten einer maximalen Gurtbandauszugsrate verhindert werden kann.

In dieser ersten Ausführungsform ist das zu bremsende Element 32 eine
25 Welle, die mit einem drehenden Bauteil des Sicherheitsgurts, beispielsweise der Gurtspule, gekoppelt sein kann. In den Figuren 4 und 5 ist eine zweite Ausführungsform dargestellt, in der das Verdrängungselement 26 ein Kolben ist, der geradlinig in einem länglichen flüssigkeitsgefüllten Raum 24 verschoben werden kann und der den flüssigkeitsgefüllten Raum 24 abschließt bzw.
30 abdichtet. Am Kolben ist ein Stempel montiert, der das zu bremsende Element 32 darstellt und der beispielsweise mit einem Gurtbeschlag des Sicherheitsgurt gekoppelt sein kann. Die übrigen Bauteile entsprechen der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Ausführungsform.

Zur Kraftbegrenzung wird der Stempel bzw. der Kolben in eine Betätigungsrichtung B im flüssigkeitsgefüllten Raum 24 bewegt. Die Flüssigkeit wird durch den Kanal 34 aus dem Raum 24 gepresst, wobei die Viskosität der magnetorheologischen Flüssigkeit 23 auch in dieser Ausführungsform durch den
5 Permanentmagneten 36 und den Elektromagneten 38 eingestellt wird.

In beiden Ausführungsformen wird das Magnetfeld des Permanentmagneten 36 durch den als Elektromagneten 38 ausgebildeten Steuermagneten abgeschwächt, sodass die magnetorheologische Flüssigkeit 23 eine geringere Viskosität aufweist und mit einem geringeren Widerstand durch den Kanal 34
10 strömen kann. Dies bietet den Vorteil, dass bei einem Stromausfall oder einem Ausfall der Steuerung 22 ein Magnetfeld durch den Permanentmagneten 36 bereitgestellt wird, das eine hohe Viskosität der magnetorheologischen Flüssigkeit 23 erzeugt, sodass ein hohes Kraftbegrenzungsniveau vorhanden ist.

Es sind aber auch Ausführungsformen ohne einen Permanentmagneten
15 denkbar, bei welchen durch einen Steuermagneten ein permanentes Magnetfeld erzeugt wird, das geschwindigkeits- bzw. verzögerungsabhängig reduziert wird. Das Magnetfeld des Steuermagneten kann auch in gleicher Richtung wie das Magnetfeld des Permanentmagneten 36 ausgerichtet sein.

Eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Kraftbegrenzers 10 ist
20 in den Figuren 6 und 7 dargestellt. In dieser Ausführungsform ist der flüssigkeitsgefüllte Raum 24 im Inneren einer Gurtspule 44 vorgesehen. Das zu bremsende Element 32 ist hier der Grundkörper 46 der Gurtspule 44. Das Verdrängungselement 26 ist mit einer Welle 50 gekoppelt, die durch eine Blockiereinrichtung 52 drehfest gehalten werden kann, wobei bei einer relativen
25 Verdrehung des Verdrängungselements 26 zur Welle 50 das Verdrängungselement 26 in eine Betätigungsrichtung B bewegt wird.

Das Verdrängungselement 26 ist über eine Führung 54, 56 drehfest mit dem Grundkörper 46 der Gurtspule 44 gekoppelt. Der Durchmesser des Verdrängungselements 26 ist geringfügig kleiner als der Durchmesser des
30 flüssigkeitsgefüllten Raums 24, sodass zwischen Verdrängungselement 26 und der Innenwand 60 des flüssigkeitsgefüllten Raums 24 ein Kanal 34 gebildet ist. Am Verdrängungskörper 26 oder am Grundkörper 46 können aber auch Aussparungen vorgesehen sein, die Kanäle 34 bilden.

Wird die Gurtspule 44 bei einer hohen Abzugskraft gedreht, wird das Verdrängungselement 26 in Betätigungsrichtung B durch den flüssigkeitsgefüllten Raum 24 bewegt, wobei die Flüssigkeit 23 durch die Kanäle 34 am Verdrängungselement 32 vorbei strömt. Der Elektromagnet 38 ist hier am
5 Grundkörper 46 der Gurtspule 44 angeordnet, sodass dieser ein Magnetfeld in den Kanälen 34 erzeugt, durch das die Viskosität in den Kanälen 34 erhöht wird.

In allen drei Ausführungsformen erfolgt die Steuerung der Viskosität der magnetorheologischen Flüssigkeit 23 in den Kanälen über einen als Elektromagneten 38 ausgebildeten Steuermagneten, der von einer Steuerung 22
10 ein- bzw. ausgeschaltet wird, wobei das Magnetfeld des Elektromagneten 38 stufenlos eingestellt werden kann.

Die Einstellung der Viskosität erfolgt dabei ausschließlich in Abhängigkeit von den gemessenen Fahrzeugbetriebsdaten, sodass bei definierten Betriebszuständen, beispielsweise einer Verzögerung des Fahrzeugs, eine
15 Kraftbegrenzung und somit ein begrenzter Gurtbandauszug erfolgt, aber bei bestimmten anderen Betriebszuständen, beispielsweise bei einem Fahrzeugüberschlag, kein Gurtbandauszug erfolgt, wodurch die Kraftbegrenzung bzw. der Gurtbandauslass optimal auf den jeweiligen Zustand des Fahrzeugs abgestimmt werden kann.

20 Abweichend von den bisher gezeigten Ausführungsformen ist es aber auch denkbar, dass die Steuerung des Magnetfeldes ausschließlich mechanisch erfolgt, wobei im Kanal 34 keine beweglichen Teile angeordnet sind.

Eine solche Kraftbegrenzungseinrichtung 10 ist beispielsweise in den Figuren 8 und 9 dargestellt. Die Kraftbegrenzungseinrichtung 10 entspricht im
25 Wesentlichen der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Kraftbegrenzungseinrichtung 10. Abweichend ist in dieser Ausführungsform der Steuermagnet aber kein Elektromagnet, sondern ein zweiter Permanentmagnet 58, der in einer Lagerung 62 in Fahrtrichtung F verschiebbar gelagert ist. An der Lagerung 62 ist eine Feder 64 vorgesehen, die den Permanentmagneten 58 entgegen der
30 Fahrtrichtung F beaufschlagt. In dieser Position liegt der Permanentmagnet 58 am Kanal 34 an, sodass im Kanal ein starkes Magnetfeld erzeugt wird und die Viskosität der Flüssigkeit 23 im Kanal 34 erhöht ist, also ein hohes Kraftbegrenzungsniveau vorliegt.

Erfährt das Fahrzeug eine starke Verzögerung, wird der Permanentmagnet 58 in Fahrtrichtung F bewegt, wobei die Feder 64 gestaucht wird (Figur 9). Dadurch wird der Permanentmagnet 58 vom Kanal 34 weg bewegt, sodass das Magnetfeld im Kanal 34 abgeschwächt und die Viskosität der Flüssigkeit 23 im Kanal 34 reduziert wird und die Flüssigkeit 23 mit einem geringeren Widerstand aus dem Raum 24 strömen kann, also ein geringeres Kraftbegrenzungsniveau vorliegt. Der Steuermagnet ist in einer solchen Ausführungsform so gelagert, dass dieser nur bei einer Verzögerung in Fahrzeuginnenrichtung verschoben wird.

10 Eine zweite Ausführungsform einer solchen mechanischen Steuerung ist in den Figuren 10 und 11 dargestellt. Die Kraftbegrenzungseinrichtung 10 entspricht im Wesentlichen der in den Figuren 4 und 5 dargestellten Kraftbegrenzungseinrichtung. Anstelle eines Elektromagneten 38 ist auch hier ein in Fahrtrichtung F verschiebbar gelagerter Permanentmagnet 58 vorgesehen, der bei einer 15 Verzögerung in Fahrtrichtung F vom Kanal 34 wegbewegt wird.

Auch in der in Figur 12 gezeigten Ausführungsform wird der Elektromagnet durch einen Permanentmagneten 58 ersetzt, der vom Kanal 34 wegbewegt werden kann.

Bei diesen Ausführungsformen kann der Permanentmagnet 58 aber auch so 20 gelagert sein, dass dieser bei einer Verzögerung auf den Kanal 34 zu bewegt wird.

Patentansprüche

1. Kraftbegrenzungseinrichtung (10), insbesondere für einen Sicherheitsgurt in einem Fahrzeug, mit einer steuerbaren Bremseinrichtung (16), die einen
5 flüssigkeitsgefüllten Raum (24) mit einem Kanal (34) aufweist, durch den die Flüssigkeit (23) strömen kann, einem zu bremsenden Element (32), das mit dem Sicherheitsgurt gekoppelt ist, zumindest einem Sensor (18) zur Erfassung von Fahrzeugbetriebsdaten, insbesondere einem Beschleunigungssensor, einem
10 Sensor (20) zur Erfassung des Gurtbandauszuges, und einer Steuerung (22), die die Bremsleistung der Bremseinrichtung (16) in Abhängigkeit von den gemessenen Fahrzeugbetriebsdaten und dem gemessenen Gurtbandauszug steuert, dadurch gekennzeichnet, dass die Flüssigkeit (23) eine magnetorheologische Flüssigkeit ist, und ein Steuermagnet vorgesehen ist, der im Kanal (34) ein variables Magnetfeld erzeugen und die Viskosität der
15 magnetorheologischen Flüssigkeit im Kanal (34) ändern kann.

2. Kraftbegrenzungseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuermagnet ein Elektromagnet (38) ist, der durch die Steuerung (22) ein- oder ausgeschaltet werden kann und im Kanal (34) ein variables Magnetfeld erzeugen kann.

20 3. Kraftbegrenzungseinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuermagnet ein beweglicher Permanentmagnet (58) ist, der, insbesondere beschleunigungsabhängig, relativ zum Kanal (34) verschoben werden kann.

4. Kraftbegrenzungseinrichtung nach einem der vorhergehenden
25 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am oder im Kanal (34) ein Permanentmagnet (36) vorgesehen ist, dessen Magnetfeld in entgegengesetzter oder gleicher Richtung zum Magnetfeld des Steuermagneten verläuft.

5. Kraftbegrenzungseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremseinrichtung (16) ein
30 Verdrängungselement (26) aufweist, das mit dem zu bremsenden Element (32)

gekoppelt ist und bei einer Bewegung des zu bremsenden Elements (32) die Flüssigkeit (23) aus dem flüssigkeitsgefüllten Raum (24) drückt.

6. Kraftbegrenzungseinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verdrängungselement (26) ein Blech und das zu bremsende Element
5 eine Welle ist, auf der das Blech aufgewickelt werden kann.

7. Kraftbegrenzungseinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Verdrängungselement (26) ein Kolben und das zu bremsende Element ein Stempel ist, an dem der Kolben gehalten ist.

8. Kraftbegrenzungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch
10 gekennzeichnet, dass ein Verdrängungselement (26) vorgesehen ist, das durch die Flüssigkeit (23) bewegt wird, wobei der Kanal (34) zwischen einer Innenwand (60) des flüssigkeitsgefüllten Raumes (24) und dem Verdrängungselement (26) gebildet ist.

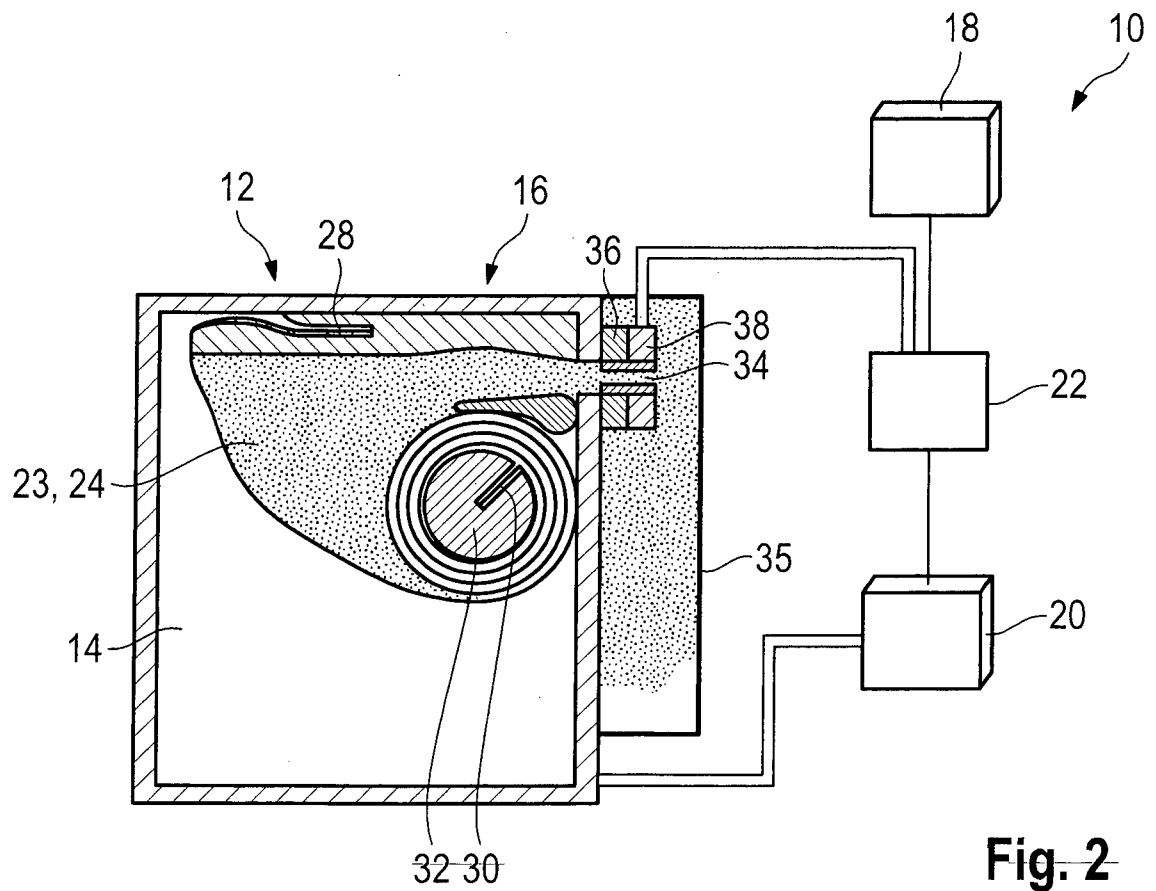
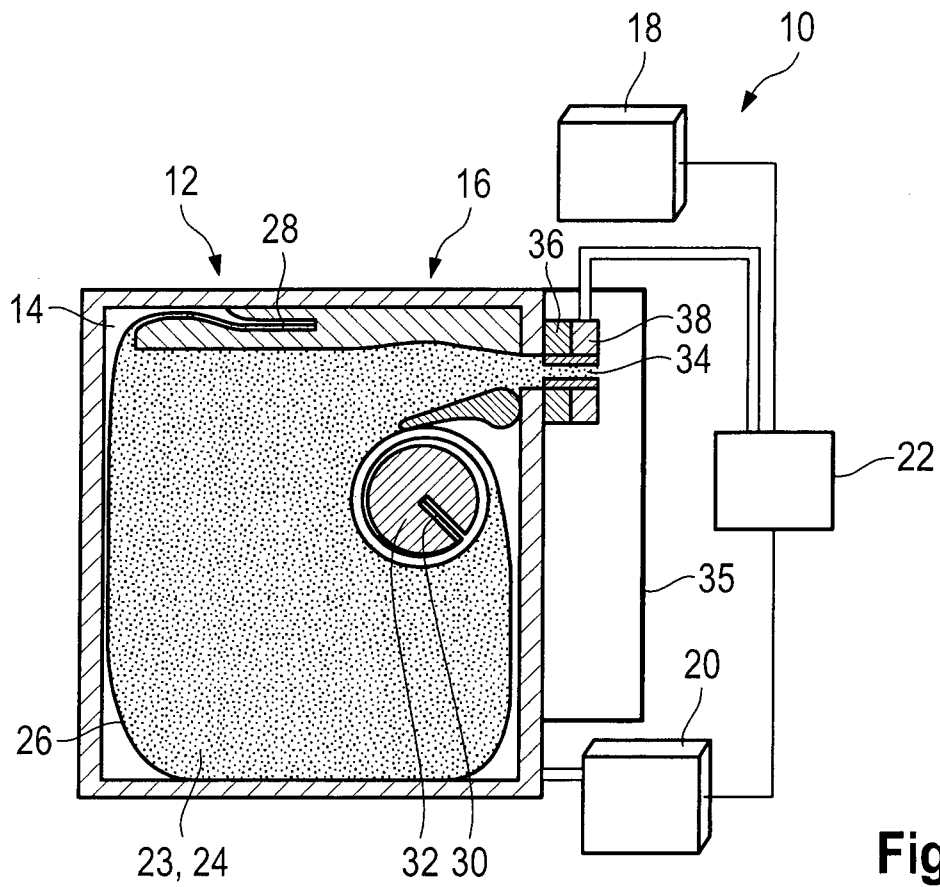
9. Kraftbegrenzungseinrichtung nach einem der vorhergehenden
15 Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzliche Sensoren zur Erfassung von fahrzeugspezifischen Daten vorgesehen sind.

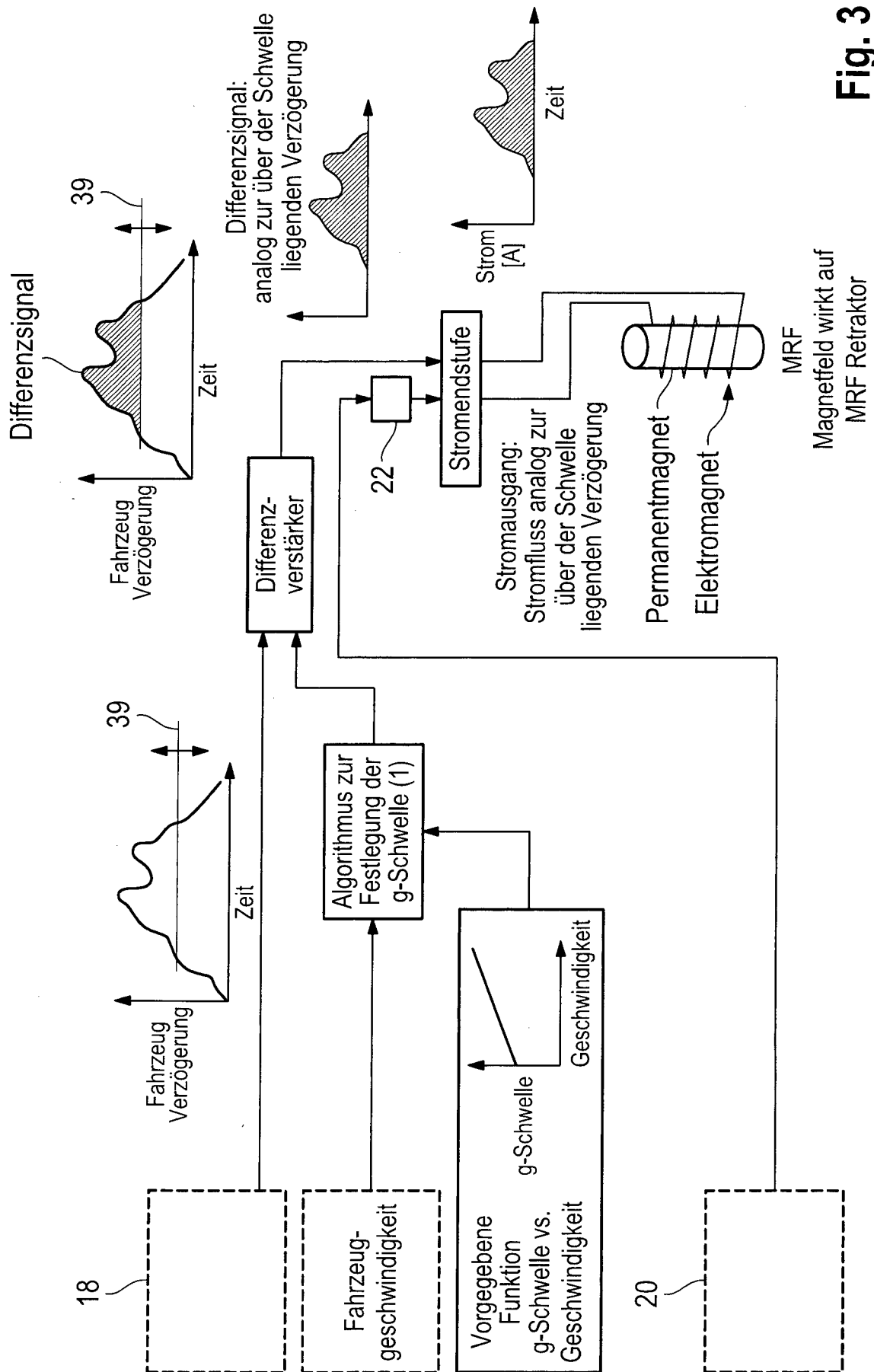
10. Verfahren zur Steuerung einer Kraftbegrenzungseinrichtung (10), insbesondere für einen Sicherheitsgurt in einem Fahrzeug, mit einer steuerbaren Bremseinrichtung (16), einem zu bremsenden Element, das mit dem Sicherheits-
20 gurt gekoppelt ist, zumindest einem Sensor (18) zur Erfassung von Fahrzeugbetriebsdaten, insbesondere einem Beschleunigungssensor, und mit einem Sensor (20) zur Erfassung des Gurtbandauszuges, dadurch gekennzeichnet, dass die Bremsleistung in Abhängigkeit von den Fahrzeugbetriebsdaten und dem Gurtbandauszug so eingestellt wird, dass der maximale Gurtbandauszug
25 und/oder die Gurtbandauszugsrate ausschließlich von den Fahrzeugbetriebsdaten abhängig ist.

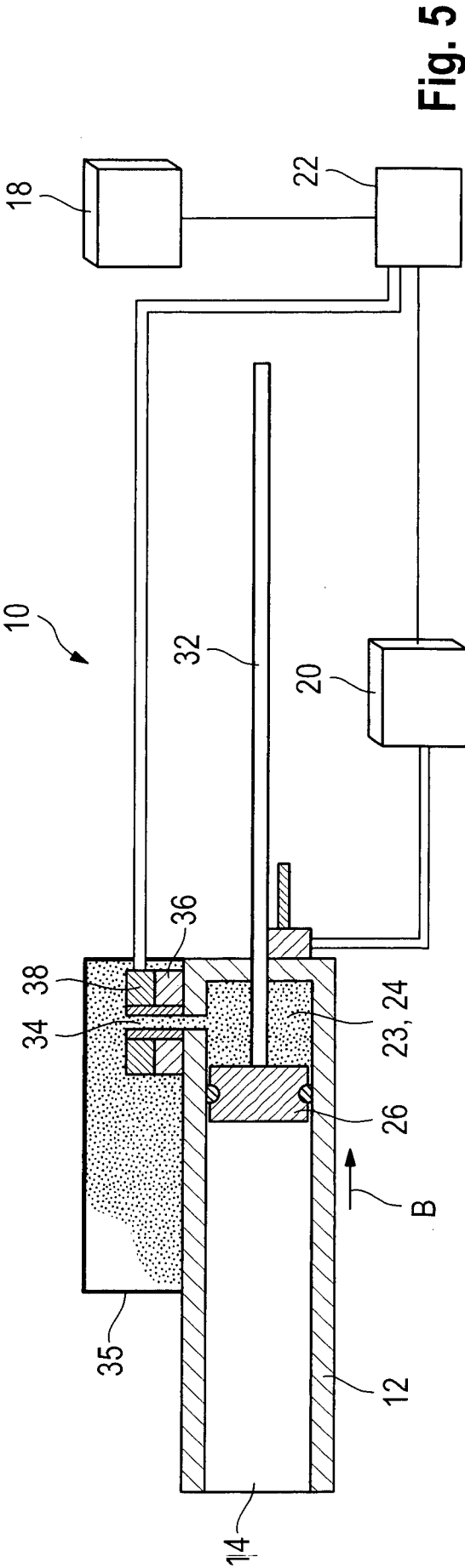
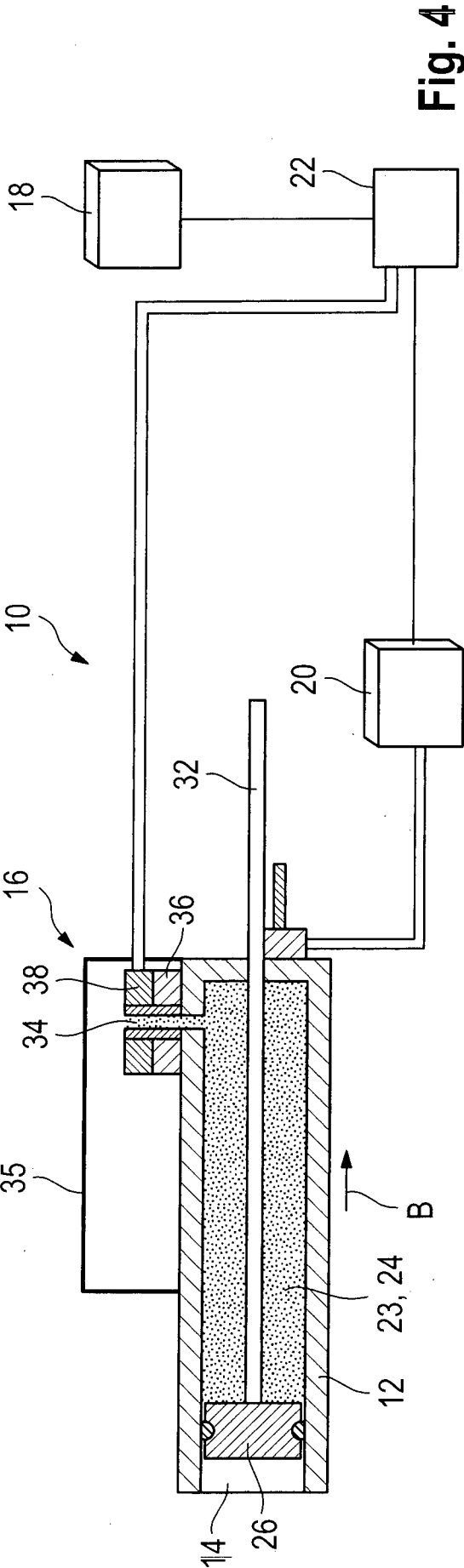
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Fahrzeugbetriebsdaten Beschleunigungsdaten sind und der maximale Gurtbandauszug und/oder die Gurtbandauszugsrate in Abhängigkeit von den
30 Beschleunigungsdaten bestimmt werden.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Beschleunigung einen definierten Grenzwert für die Fahrzeugbeschleunigung übersteigen muss, der insbesondere abhängig von der Fahrzeuggeschwindigkeit oder anderen Fahrzeugbetriebsdaten ist.

1 / 7







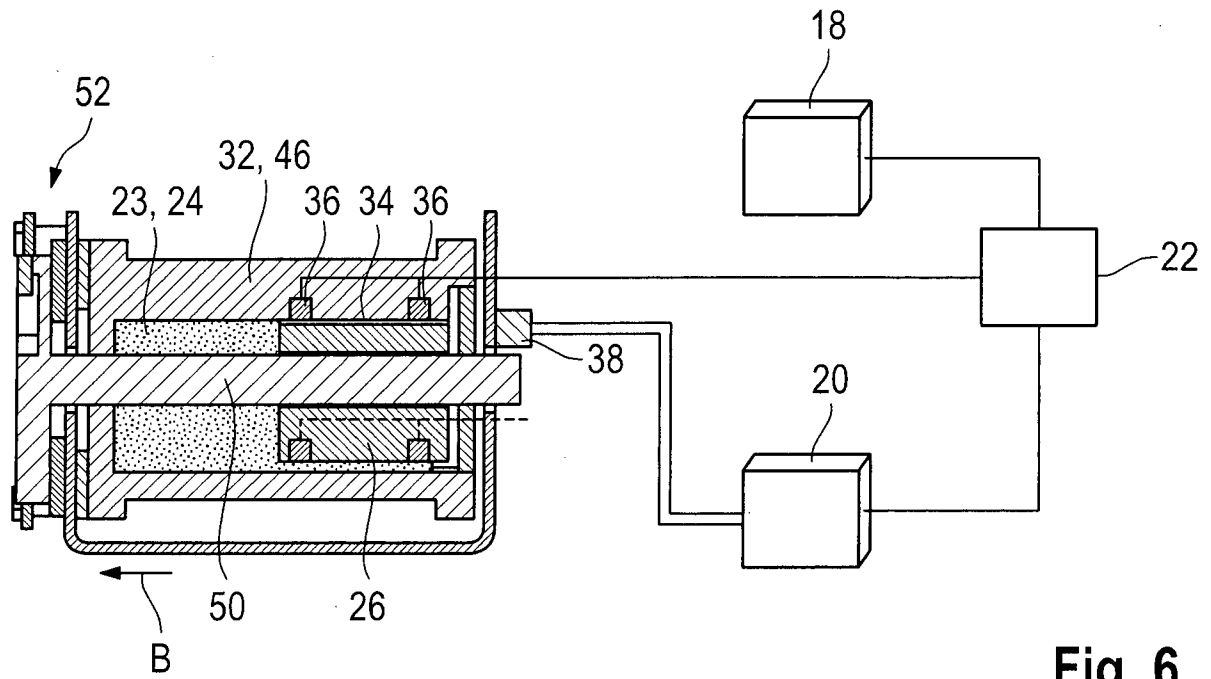


Fig. 6

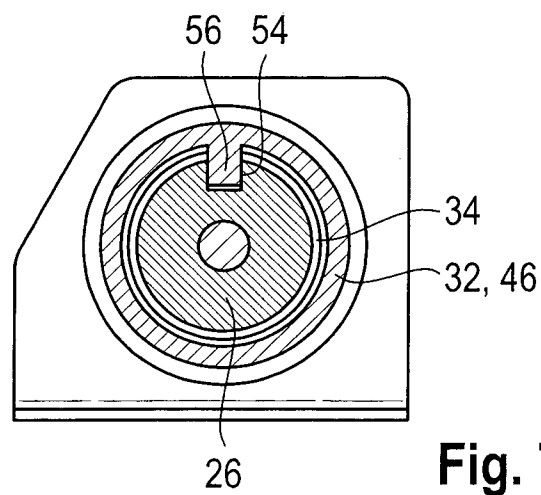


Fig. 7

5 / 7

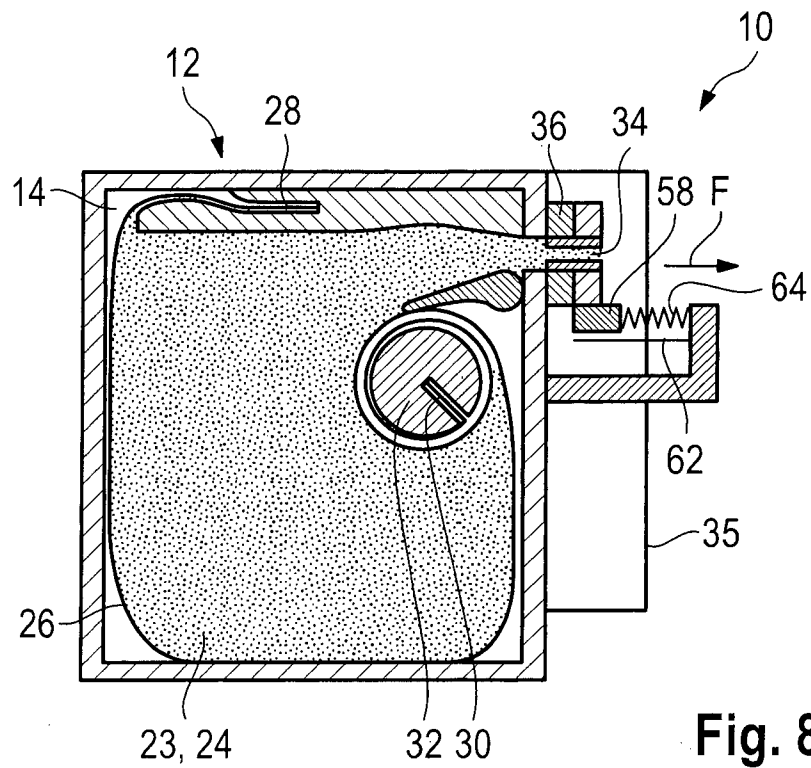


Fig. 8

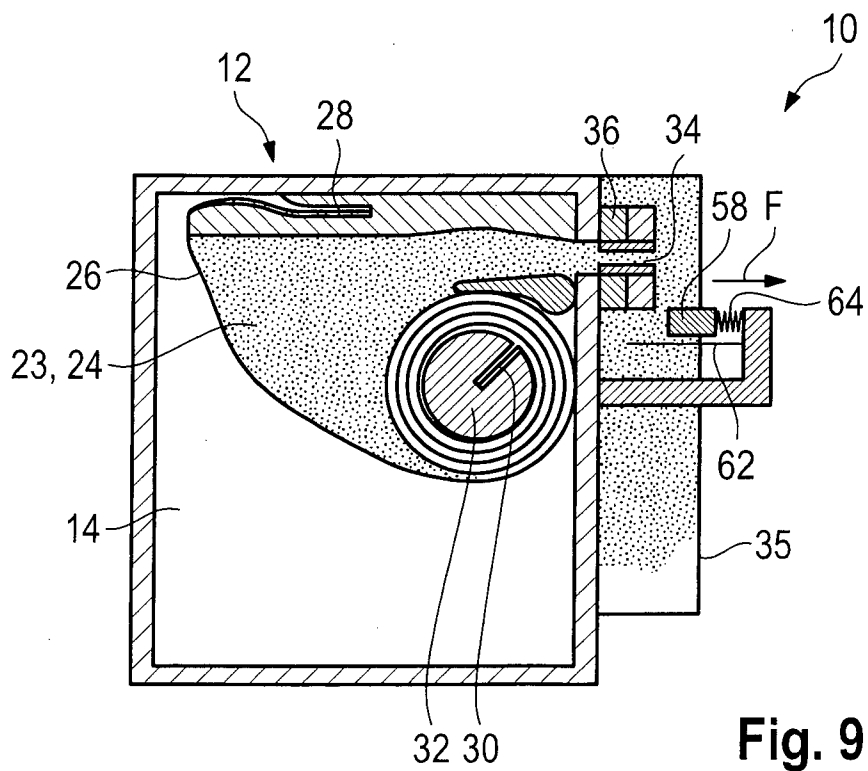


Fig. 9

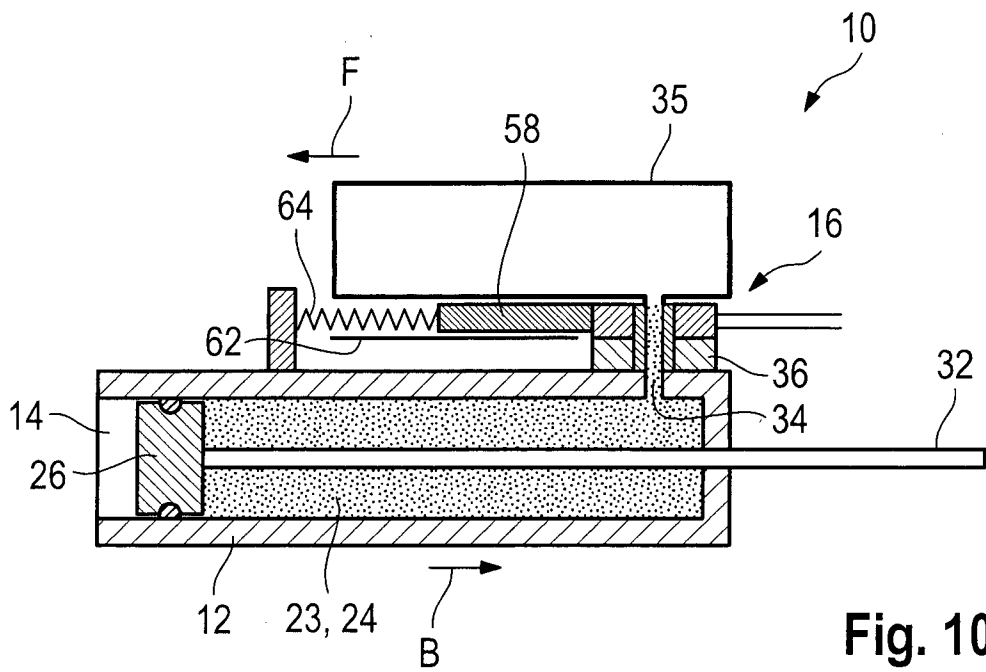


Fig. 10

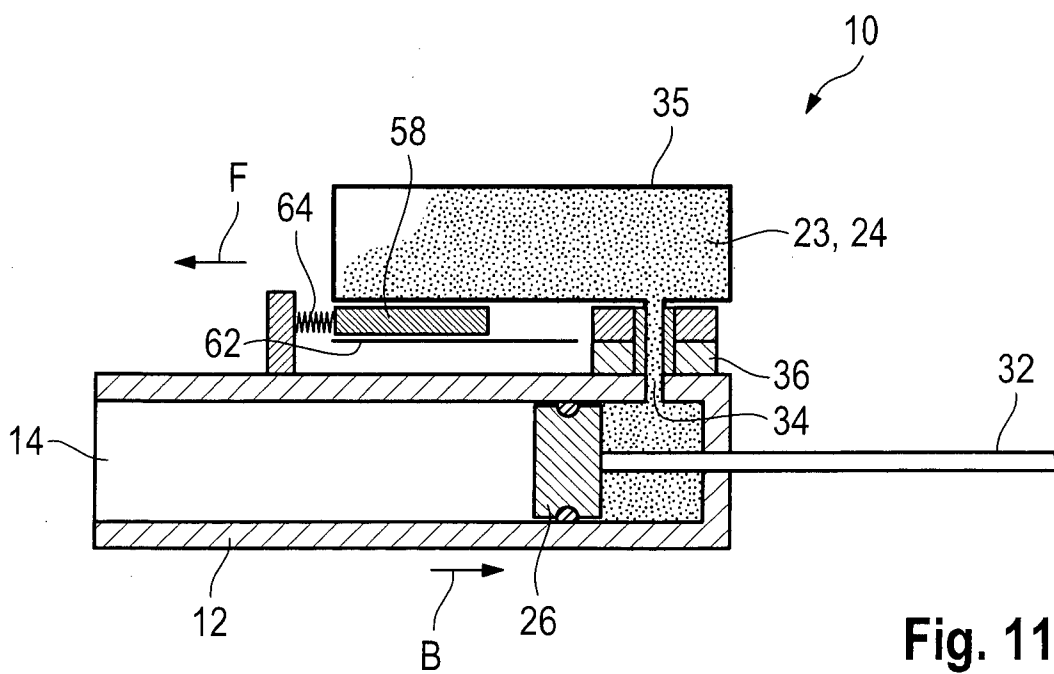


Fig. 11

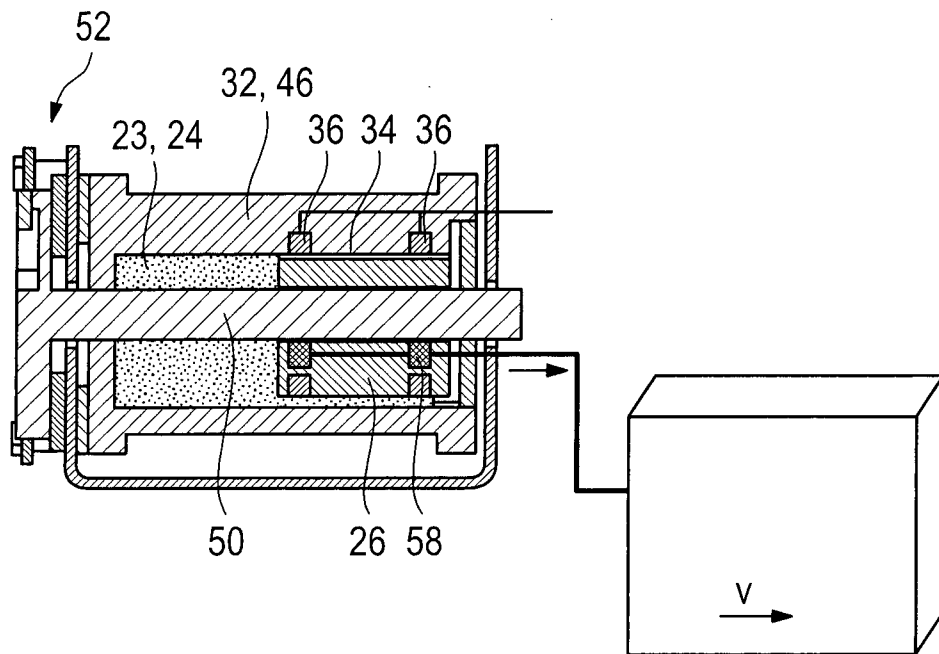


Fig. 12

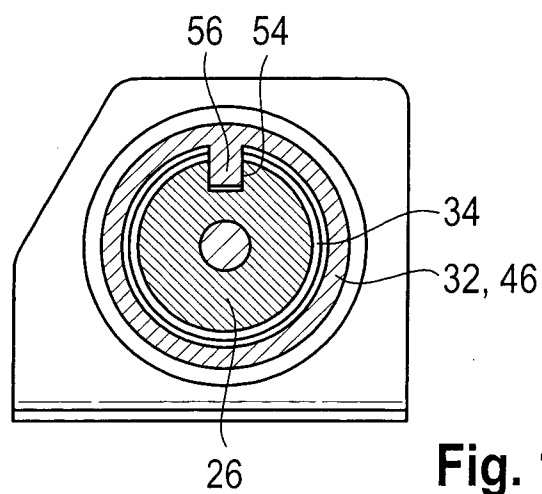


Fig. 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2013/003741

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60R22/405
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)
B60R

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

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 2010 024420 A1 (DAIMLER AG [DE]) 3 February 2011 (2011-02-03) paragraphs [0040] - [0049], [0054], [0055]; figure 4	1-12
X	DE 200 18 091 U1 (TRW REPA GMBH [DE]) 8 March 2001 (2001-03-08) page 5, line 10 - page 6, line 10; figures 2a,2b	1-12
X	US 2010/007125 A1 (JESSUP ANDREW D [US] ET AL) 14 January 2010 (2010-01-14) paragraphs [0001] - [0026], [0031]; figures 1-3	1-12
	----- -/-	



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

25 February 2014

Date of mailing of the international search report

04/03/2014

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

Călămar, George

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2013/003741

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2010/020422 A1 (INVENTUS ENGINEERING GMBH [AT]; BATTLOGG STEFAN [AT]; POESEL JUERGEN []) 25 February 2010 (2010-02-25) page 16, line 20 - page 18, line 2; claims 1,3; figures 1,2,11,12 -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2013/003741

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010024420 A1	03-02-2011	NONE	
DE 20018091 U1	08-03-2001	DE 10152139 A1	02-05-2002
		DE 20018091 U1	08-03-2001
		US 2002084633 A1	04-07-2002
US 2010007125 A1	14-01-2010	EP 2300278 A1	30-03-2011
		JP 4814406 B2	16-11-2011
		JP 2011527654 A	04-11-2011
		US 2010007125 A1	14-01-2010
		WO 2010005812 A1	14-01-2010
WO 2010020422 A1	25-02-2010	CN 102171481 A	31-08-2011
		DE 112009001995 A5	29-09-2011
		US 2011148071 A1	23-06-2011
		WO 2010020422 A1	25-02-2010

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60R22/405
ADD.

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60R

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

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

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 10 2010 024420 A1 (DAIMLER AG [DE]) 3. Februar 2011 (2011-02-03) Absätze [0040] - [0049], [0054], [0055]; Abbildung 4	1-12
X	DE 200 18 091 U1 (TRW REPA GMBH [DE]) 8. März 2001 (2001-03-08) Seite 5, Zeile 10 - Seite 6, Zeile 10; Abbildungen 2a,2b	1-12
X	US 2010/007125 A1 (JESSUP ANDREW D [US] ET AL) 14. Januar 2010 (2010-01-14) Absätze [0001] - [0026], [0031]; Abbildungen 1-3	1-12
	----- -/-	

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

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" 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

25. Februar 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/03/2014

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

Călămar, George

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2010/020422 A1 (INVENTUS ENGINEERING GMBH [AT]; BATTLOGG STEFAN [AT]; POESEL JUERGEN []) 25. Februar 2010 (2010-02-25) Seite 16, Zeile 20 - Seite 18, Zeile 2; Ansprüche 1,3; Abbildungen 1,2,11,12 -----	1-12

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2013/003741

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010024420 A1	03-02-2011	KEINE	
DE 20018091 U1	08-03-2001	DE 10152139 A1	02-05-2002
		DE 20018091 U1	08-03-2001
		US 2002084633 A1	04-07-2002
US 2010007125 A1	14-01-2010	EP 2300278 A1	30-03-2011
		JP 4814406 B2	16-11-2011
		JP 2011527654 A	04-11-2011
		US 2010007125 A1	14-01-2010
		WO 2010005812 A1	14-01-2010
WO 2010020422 A1	25-02-2010	CN 102171481 A	31-08-2011
		DE 112009001995 A5	29-09-2011
		US 2011148071 A1	23-06-2011
		WO 2010020422 A1	25-02-2010