(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
22. Dezember 2005 (22.12.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/121593 A1

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: F16F 7/00, 9/10, 15/31, 7/10, B60R 19/32

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/001043

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Juni 2005 (13.06.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 028 477.6 11. Juni 2004 (11.06.2004) DE

(71) Anmelder und
(72) Erfinder: **PIONTEK, Georg** [DE/DE]; Grüner Talstr. 22-24, 58644 Iserlohn (DE). **LAGIEWKA, Przemyslaw** [PL/PL]; Wiejska 29/5, PL-58 530 Kowary (PL). **GUMULA, Stanislaw** [PL/PL]; Krzyszkowicza 8, PL-32 020 Wieliczka (PL).

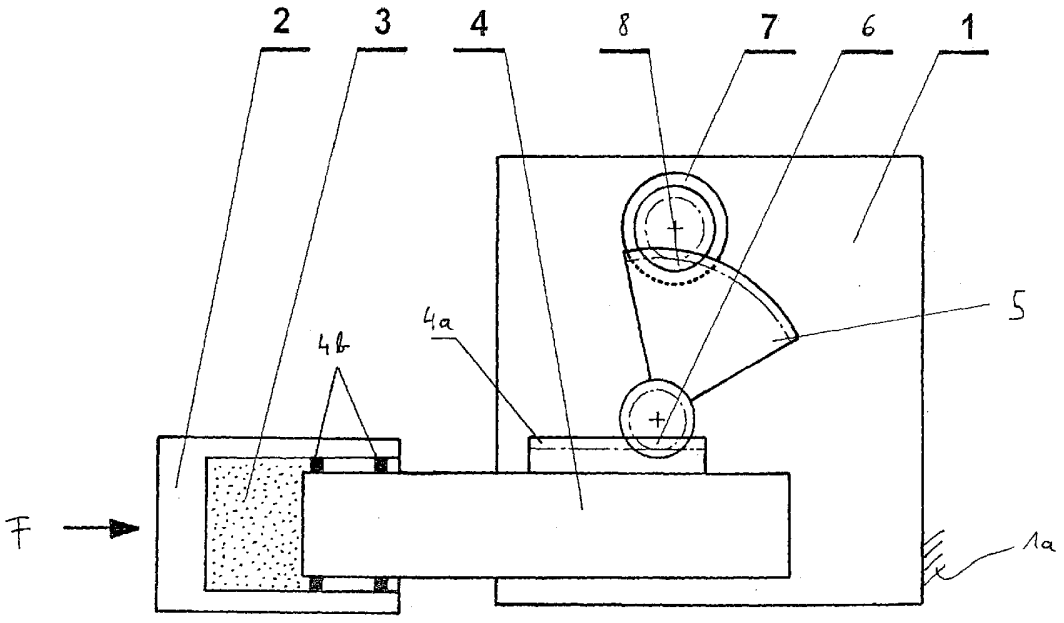
(74) Anwalt: **BONNEKAMP & SPARING**; Goltsteinstrasse 19, 40211 Düsseldorf (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR TRANSFORMING KINETIC ENERGY

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG ZUM TRANSFORMIEREN VON KINETISCHER ENERGIE



(57) **Abstract:** The invention relates to a device for transforming kinetic energy, comprising a first body (2), which may be displaced from a starting position to an end position as a result of an external force (F) and at least one second body (7) mounted such as to rotate, coupled to the first body (2), whereby a longitudinal displacement of the first body (2) drives the second body (7) in rotation, such that the first body is braked.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Transformieren von kinetischer Energie, mit einem ersten Körper (2), der in Folge einer äußeren Kraft (F) von einer Ausgangsposition in eine Endposition verschieblich ist, und mit zumindest einem rotatorisch gelagerten zweiten Körper (7), der mit dem ersten Körper (2) gekoppelt ist, wobei eine Längsverschiebung des ersten Körpers (2) den zweiten Körper (7) in Rotation versetzt, so dass die Längsbewegung des ersten Körpers abgebremst wird.

WO 2005/121593 A1

MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten** *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Vorrichtung zum Transformieren von kinetischer Energie

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Transformieren von kinetischer Energie.

Linear bewegte Körper wie zum Beispiel Fahrzeuge, Schiffe, Flugzeuge, Boote oder dergleichen weisen insbesondere bei höheren Geschwindigkeiten ein hohes Maß an kinetischer Energie auf, die bei einem Aufprall auf stehende Hindernisse zumeist in Verformungsenergie umgewandelt wird. Bei Fahrzeugen werden beispielsweise gezielte Verformungsbereiche im Vorderbau des Fahrzeugs vorgesehen, um eine Aufprallenergie ohne Schädigung der Fahrgastzelle in das Chassis einzuleiten. Die Umwandlung der kinetischen Energie in Verformungsenergie hat jedoch den entscheidenden Nachteil, dass dadurch das Fahrzeug oder dergleichen nachhaltig zerstört wird. Des weiteren besteht bei der genannten Umwandlung in Verformungsenergie zumeist der Nachteil, dass dafür nur eine eingeschränkte Verformungsstrecke zur Verfügung steht.

Zum Abbremsen von insbesondere linear bewegten Körpern sind herkömmlich zahlreiche Vorrichtungen bekannt, die als Viskosebremse bezeichnet werden. Eine lineare Bewegung des Körpers wird über eine Zahnstange oder dergleichen auf ein in einer Viskose rotierendes Ritzel übertragen. Eine zunehmende Drehgeschwindigkeit des Ritzels schlägt sich in einem größeren Bremsmoment nieder, wodurch der Körper entsprechend abgebremst wird. Solche Viskosebremsen sind zum Beispiel aus der DE 197 29 900 C1, DE 28 11 020, DE 296 21 043 oder der DE 295 18 173 bekannt. Diese herkömmlichen Viskosebremsen unterliegen jedoch dem Nachteil, dass sie sich nur zum Abbremsen von geringen Geschwindigkeiten eignen.

Die WO 03/005142 A1 beschreibt eine Vorrichtung zum Steuern von mechanischen Kräften, bei der die Relativbeschleunigung zwischen zwei Anschluss-

punkten entweder durch ein Schwungradgetriebe oder einen Differentialkolbenmechanismus bestimmt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zum Transformieren von kinetischer Energie anzugeben, das mit einfachen Mitteln zum Abbremsen von hohen Lineargeschwindigkeiten geeignet ist.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1, und durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 19 gelöst. Des weiteren wird die Aufgabe durch ein System mit den Merkmalen des Anspruchs 31 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zum Transformieren von kinetischer Energie umfasst einen ersten Körper, der in Folge einer äußeren Kraft von einer Ausgangsposition in eine Endposition längsverschieblich ist, und zumindest einen zweiten Körper, der an der Vorrichtung rotatorisch gelagert angebracht ist. Der zweite Körper ist mit dem ersten Körper gekoppelt, wobei eine Längsverschiebung des ersten Körpers zu einer Rotation des zweiten Körpers führt, so dass die Längsbewegung des ersten Körpers abgebremst wird. Die kinetische Energie, die mit der Bewegung des ersten Körpers einhergeht, wird somit mittels der genannten Kopplung vorteilhaft in eine Rotationsenergie des zweiten Körpers umgewandelt.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung erfolgt die Kopplung zwischen dem ersten Körper und dem zweiten Körper in einem Übersetzungsverhältnis. Eine Längsverschiebung des ersten Körpers führt somit zu einer verhältnismäßig hohen Drehzahl des zweiten Körpers. Erfindungsgemäß lassen sich Übersetzungsverhältnisse von 1:50 erzielen, ohne dass es zu Lagerschäden oder dergleichen bei der Vorrichtung kommt.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist der erste Körper mit einem Zahnstangenelement verbunden. Das Zahnstangenelement ist zweckmäßiger-

weise in Eingriff mit einem Übersetzungsgetriebe, das eine Mehrzahl von Getriebestufen aufweisen kann. Der zweite Körper wird durch das Übersetzungsgetriebe geeignet angetrieben.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist der zweite Körper als Stabelement ausgebildet, das um seinen Mittelpunkt rotierend gelagert ist. Somit rotieren zwei in etwa gleich lange Schenkel des Stabelements um die Drehachse des Stabelements. An den entgegengesetzten Enden des Stabelements können jeweils Massekörper befestigt sein, die die in Rotation versetzte Masse vorteilhaft erhöhen.

Um das Ansprechen des Stabelements aus einem Stillstand heraus zu erleichtern, kann ein Fliehgewicht vorgesehen sein, das entlang des Stabelements längsverschieblich angeordnet ist. Bei einer Rotation des Stabelements wird das Fliehgewicht entlang des Stabelements radial nach außen, d.h. weg von der Drehachse bewegt. Somit stellt sich bei zunehmender Drehzahl des Stabelements bzw. bei weiter nach außen bewegtem Fliehgewicht vorteilhaft ein größeres Trägheitsmoment für das Stabelement ein. Hierbei kann das Fliehgewicht vorteilhaft mittels einer Federeinrichtung in Richtung der Drehachse des Stabelements vorgespannt sein, wodurch das Fliehelement in einer voreingestellten Position gehalten ist. Bei zunehmender Winkelgeschwindigkeit des Stabelements wird das Fliehgewicht gegen die Federkraft nach außen, d.h. weg von der Drehachse gedrückt, was sich vorteilhaft in dem größeren Trägheitsmoment niederschlägt. Zur Vermeidung von nachteiligen Unwuchten oder dergleichen können an dem Stabelement beiderseits der Drehachse zwei Fliehgewichte vorgesehen sein, die wie erläutert entlang des Stabelements längsverschieblich aufgenommen sind.

In vorteilhafter Weiterbildung erfolgt die Kopplung zwischen dem ersten Körper und dem zweiten Körper mittels einer Gurteinrichtung. Die Gurteinrichtung kann mittels einer Tangentennocke an dem zweiten Körper befestigt sein. Falls auf die Gurteinrichtung in Folge der Verschiebung des ersten Körpers eine Zugkraft ausgeübt wird, wird die Tangentennocke und damit der zweite Körper in eine

Rotation versetzt. Zweckmäßigerweise ist der zweite Körper an der Tangentennocke mittels eines Freilaufes befestigt, so dass der zweite Körper nach einem anfänglichen Antrieb durch die Tangentennocke weiter frei rotieren kann.

Um bei einer Bewegung des ersten Körpers auf die Gurteinrichtung eine Zugkraft auszuüben, ist an dem ersten Körper eine sogenannte Fingereinrichtung mit Fingerelementen angebracht. In der Ausgangsposition des ersten Körpers befindet sich die Fingereinrichtung gegenüberliegend zu einem Aufnahmeblock, an dem komplementär zu den Fingerelementen der Fingereinrichtung Stegelemente ausgebildet sind. Die Gurteinrichtung verläuft zwischen der Fingereinrichtung und dem Aufnahmeblock. Falls der erste Körper in seine Endstellung gelangt, kommen die Fingerelemente in Eingriff mit den Stegelementen und nehmen dabei die Gurteinrichtung mit. Im Ergebnis wird über die Gurteinrichtung eine Zugkraft auf die Tangentennocke ausgeübt und dadurch der zweite Körper in Rotation versetzt.

Für eine besonders einfache Anbringung der Gurteinrichtung zwischen der Fingereinrichtung und dem Aufnahmeblock sind beiderseits des Aufnahmeblocks zwei zweite Körper angeordnet, wobei die Gurteinrichtung zwischen den Tangentennocken der jeweiligen zweiten Körper gespannt ist. Somit werden bei einem In-Eingriff-Gelangen der Fingereinrichtung mit dem Aufnahmeblock beide zweite Körper synchron durch die Gurteinrichtung in Rotation versetzt und die lineare Bewegung des ersten Körpers entsprechend abgebremst.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist das Zahnstangenelement, das mit dem ersten Körper verbunden ist, in Eingriff mit einem Zahnrad, an dem eine weitere Tangentennocke befestigt ist. Die Gurteinrichtung ist geeignet zwischen den beiden Tangentennocken gespannt, so dass eine Drehung des Zahnrades in Folge einer Längsverschiebung des Zahnstangenelements eine Zugkraft auf die Gurteinrichtung ausübt und den zweiten Körper in Rotation versetzt. Eine solche Ausführungsform, bei der nur ein zweiter Körper durch die Gurteinrichtung angetrieben wird, zeichnet sich durch kleinere Einbaumaße aus.

Der zweite Körper ist vorteilhaft als Schwungmasse ausgebildet, was eine Umwandlung der Bewegungsenergie in Rotationsenergie unterstützt. Zusätzlich können Bremselemente vorgesehen sein, die in Kontakt mit der Schwungmasse bringbar sind, so dass die rotierende Schwungmasse durch Anstellen der Bremselemente an die Schwungmasse geeignet abgebremst werden kann.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist die Kopplung zwischen dem ersten Körper und dem zweiten Körper bei Erreichen der Endposition des ersten Körpers aufgehoben. Dies führt dazu, dass der zweite Körper nach der Umwandlung der Bewegungsenergie in Rotationsenergie weiter frei rotieren kann, ohne dass eine Kopplung mit dem ersten Körper die Drehung des zweiten Körpers einschränkt.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist die Kopplung zwischen dem ersten Körper und dem zweiten Körper gedämpft. Dies lässt sich beispielsweise über eine Gasdruckfedereinrichtung oder dergleichen erreichen, wobei das Zahnstangenelement mit einem freien Ende davon als Kolbenstange dienen kann, die innerhalb eines mit Gas gefüllten Behältnisses verschieblich geführt ist.

Zum Transformieren von kinetischer Energie ist des weiteren eine erfindungsgemäße Vorrichtung vorgesehen, die einen Körper, der in Folge einer äußeren Kraft längsverschieblich ist, ein mit einem Fluid gefülltes Behältnis und einen mit dem Körper verbundenen Kolben aufweist. Der Kolben ist innerhalb des Behältnisses zwischen einer Ausgangsposition und einer Endposition verschieblich geführt, wobei das Behältnis in der Ausgangsposition des Kolbens eine größtmögliche Fluidfüllung aufweist. Bei einer Längsverschiebung des Körpers wird das Fluid durch den Kolben verdrängt und aus dem Behältnis abgeführt, so dass die Längsbewegung des Körpers geeignet abgebremst wird.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung weist das Behältnis zumindest eine Öffnung zum Abführen des Fluids auf. Für eine gleichmäßige Abfuhr des Fluids

aus dem Behältnis heraus ist eine Mehrzahl von Öffnungen zweckmäßig, die in dem Behältnis gleichmäßig zueinander beabstandet vorgesehen sein können.

Eine Kolbenfläche des Kolbens, die auf das Fluid wirkt, bestimmt in Relation zu einem Öffnungsquerschnitt der Öffnung ein Übersetzungsverhältnis i. Analog zu einem Übersetzungsverhältnis eines mechanischen Getriebes bestimmt das Übersetzungsverhältnis i bei der Fluidlösung das Maß, in dem die kinetische Energie der linearen Bewegung des Körpers transformiert bzw. abgebremst wird.

Ein wesentlicher Aspekt der erfindungsgemäßen Vorrichtung besteht darin, dass die Energietransformation bei der Fluidlösung über eine sogenannte energieübertragende Masse erfolgt, die sich aus dem Quotienten der Masse der Vorrichtung zu dem Quadratprodukt des Übersetzungsverhältnisses i bestimmt. Entsprechend erfolgt die Energietransformation pro Längenverschiebung des Kolbens über ein sogenanntes energieübertragendes Volumen, das sich durch eine Division der energieübertragenden Masse durch die Dichte des Fluids bestimmt. Hieraus folgt, dass die erfindungsgemäße Energietransformation ausschließlich über die Masse des Körpers erfolgt, wobei eine Geschwindigkeit der Vorrichtung bei einem Aufprall auf ein stehendes Hindernis außer Betracht bleibt.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung ist eine Stirnseite des Behältnisses, die dem beweglichen Kolben gegenüberliegt, im wesentlichen parallel zu der Kolbenoberfläche, wobei die zumindest eine Öffnung in dem Behältnis angrenzend zu der Stirnfläche ausgebildet ist. Hierdurch ist ein gleichmäßiges Austreten des Fluids aus dem Behältnis bei maximaler Verdrängung des Fluids im Behältnis durch den Kolben sichergestellt.

Insbesondere zur Transformation von sehr hohen kinetischen Energien, d.h. bei sehr schnell bewegtem Körper ist es vorteilhaft, wenn die Stirnseite des Behältnisses, die dem beweglichen Kolben gegenüberliegt, eine Keilform aufweist. Hierbei ist die Öffnung in dem Behältnis, aus der das Fluid in Folge der

Kolbenbewegung abgeführt wird, als Ringspalt ausgebildet, der sich zwischen der Keilform und einer Behältniswandung erstreckt. Die Keilform der Stirnseite verhindert vorteilhaft ein Austreten von turbulenten Strömungen des Fluids und gewährleistet ein Abführen aus dem Behältnis mit der gewünschten Dämpfungswirkung.

Bei der letztgenannten Ausführungsform sind an der Innenfläche des Behältnisses in einer Ebene vor der Keilspitze und orthogonal zu der Bewegungsrichtung des Kolbens Anschlagselemente vorgesehen, die die Endposition des Kolbens festlegen. Falls der Kolben in seiner Endposition in Anlage mit den Anschlagselementen kommt, ist ein Aufprallen des Kolbens auf die Keilspitze nicht möglich, wodurch eine nachteilige Zerstörung der Keilspitze verhindert werden kann.

Bei dem genannten Fluid kann es sich um ein Gas, eine Flüssigkeit, oder um feste Teilchen mit mikroskopischen Abmessungen handeln. Falls das Gas innerhalb des Behältnisses unter Druck gesetzt ist, oder alternativ bei Verwendung einer Flüssigkeit ist die Öffnung in dem Behältnis zweckmäßigerweise durch eine Membran, ein Ventil oder dergleichen verschlossen, um ein Austreten des unter Druck gesetzten Gases bzw. der Flüssigkeit in der Ausgangsstellung des Kolbens zu verhindern. Bei einer Kolbenverschiebung und einer entsprechenden Verdrängung des Fluids in dem Behältnis wird die Membran, das Ventil oder dergleichen geöffnet, um das genannte Abführen des Fluids aus dem Behältnis heraus zu gewährleisten.

In vorteilhafter Weiterbildung der Erfindung können die Vorrichtung mit dem rotierenden zweiten Körper und die Vorrichtung mit dem Fluidbehältnis zu einem System zusammengefasst sein, wobei die entsprechenden Vorrichtungen dabei hintereinander angeordnet und miteinander verbunden sind. Hierbei setzt eine Längsverschiebung der Körper aufgrund der äußeren Kraft vorzugsweise nacheinander ein. Durch eine solche Hintereinanderschaltung von einzelnen Vorrichtungen lässt sich vorteilhaft ein sehr großes Übersetzungsverhältnis und damit eine äußerst hohe Dissipation von kinetischer Energie erzielen.

Weitere Vorteile und Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung und den beiliegenden Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Funktion, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Die Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen in den Zeichnungen schematisch dargestellt und wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen ausführlich beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 eine prinzipiell vereinfachte Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 1a eine prinzipiell vereinfachte Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 1b eine Modifikation der Vorrichtung von Fig. 1a,

Fig. 2 eine prinzipiell vereinfachte Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 3 eine prinzipielle Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 4a eine prinzipielle Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 4b eine Draufsicht auf die Ausführungsform von Fig. 4a,

Fig. 5 eine prinzipielle Querschnittsansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 5a das Funktionsprinzip der Vorrichtung von Fig. 5,

Fig. 6 eine prinzipielle Querschnittsansicht der erfindungsgemäßen Vorrichtung in einer weiteren Ausführungsform,

Fig. 7 ein Fahrzeug, an dem die erfindungsgemäße Vorrichtung im vorderen Bereich angebracht ist,

Fig. 8 ein Zeit-Weg-Diagramm für die erfindungsgemäße Vorrichtung bei einem Frontalaufprall des in Fig. 7 gezeigten Fahrzeugs,

Fig. 9 ein Geschwindigkeits-Zeit-Diagramm für einen Frontalaufprall des in Fig. 7 gezeigten Fahrzeugs,

Fig.10 ein Beschleunigungs-Zeit-Diagramm,

Fig. 11 ein Beschleunigungs-Zeit-Diagramm,

Fig.12 ein Diagramm der Aufprallkraft als Funktion der Zeit,

Fig. 13 ein Drehzahl-Zeit-Diagramm für eine Rotation der Schwungmasse nach einem Aufprall,

Fig. 14 ein Energie-Zeit-Diagramm,

Fig. 15 ein Diagramm für die Aufprallkraft als Funktion der Zeit,

Fig. 16 ein Beschleunigungs-Zeit-Diagramm,

Fig. 17 ein Diagramm von Beschleunigungen als Funktion der Zeit für einen Aufprall mit/ohne die erfindungsgemäße Vorrichtung,

Fig. 18 ein Diagramm für die Aufprallkraft als Funktion der Zeit für einen Aufprall mit/ohne die erfindungsgemäße Vorrichtung,

Fig. 19 ein Diagramm für die Aufprallkraft als Funktion der Zeit mit variablem Übersetzungsverhältnis für eine Vorrichtung gemäß Fig. 5 und 6, und

Fig. 20 ein Diagramm für die Aufprallkraft als Funktion der Zeit mit variablem Übersetzungsverhältnis für eine Vorrichtung gemäß Fig. 5 und 6.

In Fig. 1 ist eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung prinzipiell vereinfacht dargestellt. Die Vorrichtung weist eine Grundplatte 1 auf. Ein erster Körper 2 in Form eines Zylinders ist längsverschieblich bezüglich der Grundplatte 1 angeordnet. Der Zylinder 2 ist mit Luft 3 gefüllt, und an seinem offenen Ende durch eine Kolbenstange 4 abgeschlossen, die eine Zahnstange 4a aufweist. An der Kolbenstange 4 sind Dichtungselemente in Form von O-Ringen 4b vorgesehen, die mit einer Innenwandung des Zylinders 2 in Kontakt sind und ein Austreten der Luft 3 aus dem Zylinder 2 verhindern.

An der Grundplatte 1 ist ein Zahnradsegment 5 drehbar montiert, das über ein daran angebrachtes Zahnrad 6 mit der Zahnstange 4a in Eingriff ist. Angrenzend zu dem Zahnradsegment 6 ist ein zweiter Körper 7 in Form einer Schwungmasse drehbar montiert. Ein weiteres Zahnrad 8 ist an der Schwungmasse 7 befestigt und kämmt mit dem Zahnradsegment 5. Eine translatorische Verschiebung des ersten Körpers 2 wird durch die Zahnräder 6, 8 und des Zahnradsegments 5 in eine Rotation der Schwungmasse 7 umgesetzt.

Die in Fig. 1 gezeigte Vorrichtung lässt sich vorteilhaft bei einem in Fig. 7 gezeigten Fahrzeug einsetzen. Die Befestigung der Vorrichtung an dem Fahrzeug erfolgt dabei dergestalt, dass die Grundplatte über Befestigungsmittel 1a an dem Fahrzeugchassis befestigt ist, wobei der Zylinder 2 mit einer vorderen Stoßstange des Fahrzeugs verbunden ist. Somit wird eine Kraft, die bei einem Frontalaufprall des Fahrzeugs auf die vordere Stoßstange einwirkt, über den Zylinder 2 an die Kolbenstange 4 weitergegeben und wie erläutert in eine Rotation der Schwungmasse 7 umgesetzt. Die Getriebestufe bestehend aus den Zahnrädern 6 und 8 und dem Zahnradsegment 5 ist so beschaffen, dass die miteinander kämmenden Bauelemente voneinander getrennt werden, wenn die Schwungmasse 7 in Drehung versetzt ist. Somit ist ein weiteres freies Drehen der Schwungmasse 7 gewährleistet, wenn die lineare Aufprallenergie in Rotationsenergie umgesetzt ist.

Mit der in Fig. 1 gezeigten Vorrichtung lassen sich Übersetzungsverhältnisse von bis zu 1:50 erzielen. Somit tritt zum Beispiel bei einer nutzbaren Zahnstangenlänge von 20 cm die gleiche Fließkraft auf, die ansonsten bei einem linearen Bremsweg von 10 m erzielt würde.

Eine Überlastung der Bauteile wird geeignet durch die pneumatische Dämpfung erzielt, die durch den mit Luft 3 gefüllten Zylinder 2 und die Kolbenstange 4 gegeben ist.

In Fig. 1a ist die erfindungsgemäße Vorrichtung, bei der ein Schwungrad durch eine translatorische Verschiebung angetrieben wird, in einer weiter verein-

fachten Ausführungsform gezeigt. Die Getriebestufe besteht im wesentlichen aus der Zahnstange 4a, einem mit der Zahnstange 4a kämmenden Zahnrad 6', das hohl ausgebildet ist, und der Schwungmasse 7, die innerhalb des Zahnrads 6' rotierend angeordnet ist. Die Getriebestufe gemäß der Ausführungsform von Fig. 1a ist als Planetenradgetriebe ausgeführt, wobei das Übersetzungsverhältnis durch den jeweiligen Durchmesser des Zahnrads 6' und der Schwungmasse 7, die innerhalb des Zahnrads 6' rotiert und mit einer Innenverzahnung des Zahnrads 6' in Eingriff ist, bestimmt.

Die Querschnittsansicht von Fig. 1b zeigt die Ausführungsform von Fig. 1a in einer Weiterbildung, bei der die Schwungmasse 7 durch Bremskörper 9 abgebremst werden kann. Die Bremskörper 9 sind an entgegengesetzten Seiten der Schwungmasse 7 angeordnet und lassen sich mittels einer Anstellkraft jeweils gegen die rotierende Schwungmasse 7 andrücken, so dass die Rotationsenergie in Reibungswärme umgesetzt wird.

In Fig. 2 ist die erfindungsgemäße Vorrichtung in einer weiteren Ausführungsform gezeigt. Gleiche Bauteile im Vergleich zu der Fig. 1 sind hierin mit gleichen Bezugszeichen versehen. An der Grundplatte 1 ist ein Zahnrad 11 drehbar montiert, wobei an dem Zahnrad 11 ein Stabelement 12 befestigt ist. Das Zahnrad 11 kämmt mit der an der Kolbenstange 4 angebrachten Zahnstange 4a. Entsprechend wird eine translatorische Verschiebung des ersten Körpers 2 über die Kolbenstange 4, die Zahnstange 4a und das Zahnrad 11 zu einer Rotation des Stabelements 12.

An den entgegengesetzten Enden des Stabelements 12 sind zusätzliche Massekörper 13 befestigt, die das Trägheitsmoment des Stabelements 12 um seine Drehachse 12a vorteilhaft erhöhen. An dem Stabelement 12 sind des Weiteren Fliehgewichte 14 vorgesehen, die entlang des Stabelements 12 verschieblich angeordnet sind. Die Fliehgewichte 14 können als Vollkugel mit einem Durchgangsloch ausgebildet sein, deren Innendurchmesser an den Außendurchmesser des Stabelements 12 geeignet angepasst ist, um ein reibungsarmes Verschieben entlang des Stabelements 12 zu gewährleisten. Im

rechts gezeigten Abschnitt des Stabelements 12 ist durch das Bezugszeichen 15 eine Spiralfeder angedeutet, mit der das Fliehgewicht 13 in eine Ausgangsposition vorgespannt sein kann. Falls das Stabelement 12 in Rotation versetzt wird, bewegt sich das Fliehgewicht 14 gegen die Kraft der Spiralfeder 15 radial nach außen. Mittels der Fliehgewichte 14 in einer vorgespannten Ausgangsposition, die sich in der Nähe einer Drehachse 12a des Stabelements befindet, ergibt sich ein vorteilhaftes Ansprechverhalten des Stabelements 12, dessen Trägheitsmoment mit zunehmender Winkelgeschwindigkeit durch die nach außen wandernden Fliehgewichte 14 zunimmt.

Durch eine geeignete Auswahl des Durchmessers des Zahnrads 11 und gegebenenfalls weiterer Getriebestufen zwischen der Zahnstange 4 und dem Stabelement 12 lassen sich auch bei in Fig. 2 gezeigten Vorrichtung Übersetzungsverhältnisse von bis zu 1:50 erzielen.

In Fig. 3 ist eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung gezeigt. Hierbei sind an der Grundplatte 1 zwei zweite Körper 20 in Form von Schwungmassen drehbar montiert. An den jeweiligen Schwungmassen sind so genannte Tangentennocken 21 montiert, zwischen denen eine Gurteinrichtung 22 gespannt ist. Die Gurteinrichtung 22 ist an einem Außenumfang der jeweiligen Tangentennocken 21 aufgewickelt.

Die Gurteinrichtung 22 verläuft zwischen einer Fingereinrichtung 23 und einem Aufnahmeblock 24. Die Fingereinrichtung 23 ist über eine Kolbenstange 4 mit dem ersten Körper 2 verbunden, und der Aufnahmeblock 24 ist fest an der Grundplatte 1 montiert.

Die Fingereinrichtung 23 weist eine Mehrzahl von Fingerelementen 23a auf. Komplementär zu diesen Fingerelementen 23a umfasst der Aufnahmeblock 24 Stegelemente 24a. An den freien Enden der Fingerelemente 23a und der Stegelemente 24a sind jeweils Rollenelemente 25 vorgesehen, die eine frei drehbare Rolle aufweisen.

Die Fingereinrichtung 23 und der Aufnahmeblock 24 dienen dazu, auf die Gurteinrichtung 22 eine Zugkraft auszuüben, wenn der erste Körper 2 infolge einer äußeren Kraft F in Richtung der Grundplatte 1 bewegt wird. Bei einer Verschiebung der Fingereinrichtung 23 in Richtung des Aufnahmeblocks 24 gelangen die Fingerelemente 23a in Eingriff mit den Stegelementen 24a, wobei die Gurteinrichtung 22 dabei über die jeweiligen Rollenelemente 25 gespannt wird. Im Ergebnis werden die beiden Tangentennocken 21 und damit die Schwungmassen 20 in Rotation versetzt. Mit der charakteristischen Formgebung des Außenumfangs der Tangentennocke 21 wird vorteilhaft ein großes Übersetzungsverhältnis erzielt, d.h. eine große Rotationsgeschwindigkeit der Schwungmassen 20, wenn die Gurteinrichtung 22 durch das In-Eingriff-Gelangen der Fingereinrichtung 23 mit dem Aufnahmeblock 24 jeweils nach innen gezogen wird. Eine geeignete Abmessung der Tangentennocken 21 stellt auch bei der Ausführungsform von Fig. 3 ein gewünschtes Übersetzungsverhältnis sicher.

Da die Gurteinrichtung 22 in dem gespannten Ausgangszustand (in Fig. 3 gezeigt) zunächst einen Widerstand für die in Richtung des Aufnahmeblocks 24 bewegte Fingereinrichtung 23 darstellt, lässt sich die translatorische Bewegung des Körpers 2, an dem die Fingereinrichtung 23 angebracht ist, wie gewünscht abbremsen.

Die in den Fig. 4a und 4b gezeigte weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung umfasst ebenfalls eine Gurteinrichtung, mit der eine Schwungmasse angetrieben wird. An dem Körper 2 ist eine Dämpfungseinrichtung, wie erläutert, eine Kolbenstange 4 angebracht, die eine Zahnstange 4a aufweist. Mit der Zahnstange 4a kämmt ein drehbar an der Grundplatte 1 montiertes Zahnrad 30, an den eine Tangentennocke 31 befestigt ist. Gegenüberliegend zu dem Zahnrad 30 ist an der Grundplatte 1 ein zweiter Körper 32 in Form einer Schwungmasse drehbar montiert, an dem wiederum eine Tangentennocke 33 befestigt ist. Zwischen der Tangentennocke 31 und der Tangentennocke 33 ist eine Gurteinrichtung 34 gespannt. Falls eine

translatorische Bewegung des zweiten Körpers bzw. der Kolbenstange 4 das Zahnrad 30 in Rotation versetzt, wird die Gurteinrichtung 34 auf der Tangentennocke 31 aufgewickelt, wobei die Gurteinrichtung 34 eine Zugkraft auf die an der Schwungmasse 32 befestigte Tangentennocke 33 ausübt. Im Ergebnis wird dadurch die Schwungmasse 32 durch eine Bewegung des zweiten Körpers in Richtung der Grundplatte infolge einer äußeren Kraft in Rotation versetzt, was analog zu der Ausführungsform von Fig. 1 die erläuterte Energietransformation hervorruft.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 3 und 4 sind die Tangentennocken 21, 33 zweckmäßigerweise über einen Freilauf an den Schwungmassen 20, 32 befestigt, so dass eine Drehung der Tangentennocken nur in einer Richtung mit den Schwungmassen gekoppelt ist. Folglich können die Schwungmassen 20, 32 frei, d.h. unabhängig von den entsprechenden Tangentennocken weiter rotieren, nachdem sie durch die Tangentennocken in Rotation versetzt worden sind.

In den Fig. 5, 5a und 6 ist die erfindungsgemäße Vorrichtung in einer prinzipiell anderen Ausführungsform gezeigt, nämlich unter Verwendung eines Fluids zur Transformation der kinetischen Energie.

Auf der Grundplatte 1 ist ein Behältnis 40 zB. in Form eines Zylinders montiert. Die Grundplatte 1 selbst ist in gleicher Weise wie bei Fig. 1 bis 4 über Befestigungsmittel 1a an dem Fahrzeugchassis (oder dergleichen) befestigt. Der Zylinder 40 ist mit einem Fluid 41 gefüllt, wobei innerhalb des Zylinders 40 ein Kolben 42 längsverschieblich geführt ist. An dem Kolben 42 ist eine Kolbenstange 43 befestigt, an deren freien Ende ein Körper 44 befestigt ist. Somit werden der Körper 44 und der Kolben 42 synchron miteinander bewegt.

Angrenzend zu einer Stirnseite 47 des Zylinders 40, die dem Kolben 42 entgegengesetzt ist, sind entlang des Zylinderumfangs eine Mehrzahl von Öffnungen 45 ausgebildet, durch die das Fluid aus dem Zylinder 40 heraus abgeführt werden kann. Wenn der Körper 44 infolge einer äußeren Kraft F

zusammen mit dem Kolben 42 in der Fig. 5 von rechts nach links bewegt wird, verdrängt der Kolben 42 mittels seiner Kolbenfläche das Fluid aus dem Zylinder 40 heraus nach außen.

Analog zu einer Vorrichtung mit einer mechanischen Schwungmasse ist bei der Vorrichtung von Fig. 5 ein Übersetzungsverhältnis i bestimmt durch das Verhältnis der Kolbenfläche, die auf das Fluid wirkt, zum gesamten Öffnungsquerschnitt der Öffnungen 45, bzw. einer einzigen Öffnung 45. Die Energietransformation erfolgt bei der Vorrichtung von Fig. 5 allein über die Masse der Vorrichtung. Näherungsweise erfolgt die Energietransformation über eine so genannte energieübertragende Masse, die sich bestimmt aus

$$M_e = M/i^2$$

wobei

M_e : energieübertragende Masse,

M : Masse der Vorrichtung, und

i : Übersetzungsverhältnis.

Analog zu der Energie übertragenden Masse lässt sich die Energietransformation anhand eines so genannten energieübertragenden Volumens bestimmen, das sich berechnet nach:

$$V_e = M_e/\rho_F$$

wobei:

V_e : Energie übertragendes Volumen,

M_e : Energie übertragende Masse, und

ρ_F : Dichte des Fluids.

Falls die Dichte des Fluids in cm^3 bestimmt wird, lässt sich mit dem energieübertragenden Volumen das Volumen bestimmen, das pro cm Kolbenhub durch den Kolben 42 verdrängt wird.

Zur Erzielung von noch größeren Übersetzungsverhältnissen kann die Vorrichtung gemäß Fig. 5 mit einer Vorrichtung analog zu der Fig. 1 gekoppelt werden. Hierzu ist der Zylinder 40 mittels Führungseinrichtungen 46 verschieblich an der Grundplatte 1 montiert. Des Weiteren ist an der Stirnseite 47 des Zylinders 40 die Kolbenstange 4 befestigt, die gemäß der Erläuterung zu Fig. 1 die Schwungmasse 7 in Rotation versetzt.

Bei Einwirkung einer äußeren Kraft F auf den Körper 44 wird zunächst der Kolben 42 in den Zylinder 40 hineinbewegt, wobei durch das genannte Übersetzungsverhältnis die kinetische Energie vermindert wird. Ausgleichsöffnungen 55, die in dem Zylinder 40 angrenzend an einen Kolbenboden 42b vorgesehen sind, bewirken einen Druckausgleich, so dass sich hinter dem Kolben 42 kein Unterdruck aufbauen kann. Falls der Kolben 42 in seine Endstellung gelangt, in der er gegen die Stirnseite 47 des Zylinders 40 anschlägt, wird der Zylinder 40 mittels der Führungseinrichtung 46 relativ zu der Grundplatte 1 bewegt, wobei dann die Kolbenstange 4 ebenfalls verschoben wird und über die Getriebestufe 4a, 5, 6, 8 die Schwungmasse 7 in Rotation versetzt. Bezüglich der Funktionsweise der Getriebestufe wird auf die Erläuterung zu der Fig. 1 verwiesen. Erfindungsgemäß ist also ohne weiteres eine Hintereinanderschaltung von zwei oder mehr Vorrichtungen möglich, um ein noch größeres Übersetzungsverhältnis für eine größere Energiedissipation zu erzielen.

Fig. 5a zeigt eine Querschnittsansicht des Fluidzylinders 40, um die Energiedissipation mittels des Fluidprinzips nochmals zu verdeutlichen. Die Mehrzahl der Öffnungen 45 von Fig. 5 ist in der Fig. 5a vereinfacht als einzige Öffnung 45´ gezeigt. Bei einer Verschiebung des zweiten Körpers 44 und damit des Kolbens 42 in Folge einer äußeren Kraft F wird das Fluid 41 aus dem Zylinder 40 heraus verdrängt. Das Übersetzungsverhältnis, das der Energietransformation mit dieser Vorrichtung zugrunde liegt, bestimmt sich aus dem Quotienten der Kolbenfläche 42a zu dem Austrittsquerschnitt der Öffnung 45´.

Die Ausführungsform von Fig. 6 entspricht im Wesentlichen der Ausführungsform von Fig. 5. Im Unterschied zu der Fig. 5 ist bei der Ausführungsform von Fig. 6 die Stirnseite 47' des Zylinders 40 keilförmig ausgebildet. Zwischen der Keilform 48 und einer Innenwand 49 des Zylinders 40 ist ein Ringspalt 50 ausgebildet, durch den das Fluid 41 bei einer Kolbenverschiebung nach außen austreten kann. An der Innenwand 49 des Zylinders 40 sind in einer Ebene vor der Spitze der Keilform 48 Anschlagselemente 51 angebracht, die eine Endstellung des Kolbens 42 definieren. Anders ausgedrückt, verhindern die Anschlagselemente 51, dass der Kolben 42 gegen die Kegelspitze in seiner Endstellung anschlägt. Die Ausführungsform von Fig. 6 eignet sich auf Grund Kegelform der Stirnseite 49' insbesondere für sehr große Geschwindigkeiten bzw. kinetische Energien, weil durch die Kegelform ein Abführen des Fluids aus dem Zylinder 40 heraus mittels einer im Wesentlichen laminaren Strömung sichergestellt ist, wobei störende Turbulenzen vermieden werden.

Zur Verwendung als Fluid eignen sich insbesondere Luft oder Wasser. Falls in dem Zylinder 40 Luft mit Umgebungsdruck enthalten ist, können die Öffnungen 45 als einfache Durchgangsöffnungen ausgestaltet sein, und erfordern keine zusätzlichen Schließmittel. Bei Verwendung von Wasser, oder aber bei einem Luftüberdruck innerhalb des Zylinders 40, sind die Öffnungen 45 durch Membrane, Ventile oder dergleichen geeignet verschlossen, die in der Ausgangsstellung des Kolbens 42 ein Austreten der Druckluft bzw. des Wassers verhindern. Bei einer Verdrängung des Fluids in dem Zylinder 40 infolge der Kolbenverschiebung werden die Membrane durchbrochen bzw. die Ventile geöffnet, so dass ein kontrolliertes Austreten der Druckluft bzw. des Wassers sichergestellt ist.

Ohne weitere Erläuterung lässt sich auch die Ausführungsform der Fig. 6 optional mit einer Vorrichtung gemäß der in Fig.1 gezeigten Ausführungsform koppeln. Mit entsprechender Anpassung lassen sich die Ausführungsformen der Fig. 5 und 6 gemäß dem Fluidprinzip ebenfalls mit einer der Ausführungsformen der Fig. 2 bis 4b koppeln. Es ist ebenfalls möglich, dass mehrere

Ausführungsformen nach dem Fluidprinzip miteinander gekoppelt sind, um ein entsprechend großes Übersetzungsverhältnis zu erzielen.

Mit der Vorrichtung nach dem Fluidprinzip gemäß den Fig. 5 und 6 lassen sich durch entsprechende Auswahl von Kolbenfläche zu Austrittsquerschnitt der Öffnungen Übersetzungsverhältnisse von bis über 1000 erzielen. Experimentelle Versuche haben jedoch gezeigt, dass sich eine minimale Aufprallkraft für den Wert i = 500 einstellt, wobei sich das Übersetzungsverhältnis bestimmt aus dem Verhältnis der Kolbenfläche zur Fläche des Austrittsquerschnitts. Entsprechende Versuchswerte sind in den Diagrammen der Fig. 19 und 20 gezeigt.

In Fig. 7 ist ein Versuchsaufbau skizziert, mit dem für einen Frontalaufprall eines Fahrzeugs Messwerte experimentell bestimmt werden. Ein Versuchsfahrzeug 70 weist ein vorderes Stossfängersystem 71 auf, in das eine erfindungsgemäße Vorrichtung 72 integriert ist. Bei der Vorrichtung 72 kann es sich um eine erfindungsgemäße Vorrichtung handeln, die in den Fig. 1 bis 6 gezeigt und erläutert ist.

An dem Stossfängersystem 71 ist eine Messschaltung 73 angebracht, die die zurückgelegte Strecke, die Geschwindigkeit und die Beschleunigung jeweils als Funktion der Zeit ermittelt. Diese Parameter werden vor und nach dem Aufprall aufgezeichnet. Innerhalb des Fahrzeugs ist ein Beschleunigungsmesser 74 angeordnet, um die Trägheitskraft zu messen und aufzuzeichnen.

Am Ende der Versuchsstrecke ist ein Hindernis 75 angeordnet, auf das das Versuchsfahrzeug 70 aufprallt. An dem Hindernis 75 ist eine Kraftmessdose 76 montiert, mit der die Aufprallkraft bestimmt werden kann. Des Weiteren ist der rotatorisch gelagerte zweite Körper der Vorrichtung 72 mit einem Kompensationsverschiebungssensor bestückt, mit dem die Drehzahl des zweiten Körpers bestimmt werden kann, wobei die nicht-linearen Eigenschaften des Verschiebungssensors geringer als 1 % sind.

Nachstehend sind die weiteren Versuchsbedingungen zum Aufzeichnen der Messwerte kurz erläutert. Die Masse des Versuchsfahrzeugs 70 einschließlich des Fahrers beträgt m = 1100 kg. Das Fahrzeug prallt mit einer Geschwindigkeit von v = 7,2 m/sec (25,9 km/h, vgl. Fig. 9) auf das feststehende Hindernis 75 auf, wobei seine kinetische Energie E = 28512 J beträgt. Das Trägheitsmoment des rotatorisch gelagerten zweiten Körpers der Vorrichtung 72 beträgt I = 0,0125 kg m². Die Geschwindigkeitsmessungen wurden mit einem CT-Anemometer durchgeführt, das einen Dreileitersensor aufweist. Die Geschwindigkeitsmessungen erfolgen mittels einer PC-LAB-814-Karte mit einer maximalen Abtastfrequenz von 33,3 kHz/Leiter. Der Sensor ist in einem Abstand von 620 mm von der Fahrzeugseite und von 560 mm von dem Untergrund angeordnet. Die Kraftmessungen werden mit einem Dehnungsmessgerät durchgeführt, das durch einen Verstärker ADAM 3016 mit einer Gesamtauflösungszeit von weniger als 1 ms und durch einen Kraftsensor mit einem Ladungsverstärker vom Typ PCB 483 B08, dessen Messbereich bis 90 kn reicht, unterstützt. Die sogenannte Gravitationslast (bei Multiplikation mit m*g folgt daraus die Trägheitskraft) wird durch einen Beschleunigungsmesser vom Typ Piezotronics PCB 353 B01 mit einem Ladungsverstärker mit einem Messbereich von ± 250 g gemessen, dessen Übertragungsband von 0,7 bis 10 kHz reicht.

Die vorstehend genannten physikalischen Größen werden unter Verwendung von digitalen Oszilloskopen aufgezeichnet. Bei den Oszilloskopen handelt es sich im Einzelnen um ein Croy 9310c und ein Tektronics 210, in Verbindung mit einem Mehrkanal-Aufzeichnungsgerät ESAM. Die Beschleunigungen werden im Allgemeinen als Größe ohne Einheit bezogen auf die Schwerkraftbeschleunigung ausgedrückt, woraus sich die Bezeichnung „Gravitationslast" ergibt.

Die aufgezeichneten Messwerte sind nachstehend in den nachstehenden Figuren 8 bis 15 gezeigt. Die Veränderungen der physikalischen Größen wurden in Zeitschritten von Δt = 100 ms ermittelt. Die Zeitachse ist derart

gewählt, dass zum Zeitpunkt $\Delta t=0$ der an dem Versuchsfahrzeug 70 angebrachte Verschiebungssensor bzw. die Messschaltung 73 auf das Hindernis 75 trifft. Genau zu diesem Zeitpunkt beginnt das Aufzeichnen aller Messgrößen. Das Versuchsfahrzeug 70 bewegt sich mit konstanter Geschwindigkeit bis zu dem Zeitpunkt t = 20 ms weiter. In diesem Moment beginnt die Kollision, d. h. das Stoßfängersystem 71 trifft auf das Hindernis 75 auf. Ab diesem Moment findet zwischen dem Stoßfängersystem 71 und dem Hindernis 75 keine Relativbewegung mehr statt, obgleich das Versuchsfahrzeug 70 sich immer noch in Bewegung befindet. Die Bewegung des Versuchsfahrzeugs 70 bezüglich des Stoßfängersystems 71 aktiviert stattdessen die Vorrichtung 72, so dass dadurch die kinetische Energie des Versuchsfahrzeugs auf den Drehspeicher, d.h. den rotatorisch gelagerten zweiten Körper der Vorrichtung 72 übertragen wird.

In dem Diagramm von Fig. 8 ist die Verschiebungsstrecke der Messchaltung 73 als Funktion der Zeit aufgetragen. Das Diagramm zeigt deutlich, dass innerhalb einer Zeitspanne von 20 ms, d.h. für eine Verschiebungsstrecke von x = 15 cm der Graph linear verläuft und entsprechend keine Verzögerung einsetzt. Erst nach t = 20 ms, wenn sich die Messschaltung 73 bereits um x = 15 cm gegen das Fahrzeug verschoben hat, gelangt das Stoßfängersystem 71 ebenfalls in Kontakt mit dem Hindernis 75 und aktiviert dadurch die erfindungsgemäße Vorrichtung 72. Die nachfolgende Erläuterung bezieht sich exemplarisch auf die Vorrichtung von Fig. 1. Analog dazu kann es sich bei der Vorrichtung 72 jedoch auch um eine in den Fig. 5, 5a und 6 gezeigte Vorrichtung nach dem Fluidprinzip handeln.

Durch die Aktivierung der Vorrichtung 72 erfolgt ab t = 20 ms eine Verschiebung der Kolbenstange 4, so dass die translatorische Bewegung in eine Rotation der Schwungmasse 7 umgesetzt wird. Die Strecke, um die die Kolbenstange 4 in Richtung der Grundplatte 1 verschoben wird, beträgt ungefähr 20 cm. Entsprechend erreicht die Verschiebungsstrecke in Fig. 8 bei x = 35 einen Plateauwert, so dass nach ca. 80 bis 90 ms die Verzögerung

abgeschlossen und die translatorische kinetische Energie vollständig in Rotationsenergie transformiert bzw. umgewandelt ist.

Die Strecke, mit der das Fahrzeug ungebremst, d.h. ohne eine Aktivierung der Vorrichtung 72 auf das Hindernis 75 prallt, lässt sich geringfügig durch den Ausgangsdruck in der Pneumatikfeder (Zylinder 2, Luft 3 und Kolbenstange 4 von Fig. 1) einstellen.

In dem Diagramm von Fig. 9 ist die Geschwindigkeit des Versuchsfahrzeugs 70 als Funktion der Zeit aufgetragen, wobei die Geschwindigkeit durch ein Hitzedrahtanemometer gemessen wird. Der Graph von Fig. 9 zeigt deutlich, dass die Geschwindigkeit des Fahrzeuges (v = 7,2 m/s) bis zu dem Zeitpunkt, in dem die Vorrichtung 72 aktiviert wird (t = 20 ms), konstant bleibt. Erst bei t > 20 ms, d.h. nach Aktivierung der Vorrichtung 72 nimmt die Geschwindigkeit des Fahrzeugs degressiv ab, so dass die Verzögerung bzw. das Abbremsen des Fahrzeugs nach ca. 80 bis 90 ms abgeschlossen ist.

In dem Diagramm von Fig. 10 ist die Beschleunigung (vorliegend Verzögerung) gezeigt, die als die Ableitung der Geschwindigkeit V (t) nach der Zeit definiert ist. Bei dieser Beschleunigung handelt es sich um eine kinematische Größe, die mit a bezeichnet und ohne Einheit ausgedrückt ist, bezogen auf die Gravitationsbeschleunigung (a/g). Die Veränderung der Beschleunigung als Funktion der Zeit ließe sich ebenfalls auf Grundlage der aufgezeichneten Strecke, wie in Fig. 8 gezeigt, bestimmen. Der Graph von Fig. 10 zeigt die negative Beschleunigung (vorliegend Verzögerung), der das Fahrzeug 70 unterliegen würde, wenn es nicht mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 72 versehen wäre. Bei der genannten Aufprallgeschwindigkeit von 7,2 m/s resultieren Werte von bis zu -25 für den Quotienten a_1/g. Anders ausgedrückt, wirkt diese Verzögerung auf einen Bereich des Stoßfängersystems 71, der sich vor der Vorrichtung 72 in Richtung des Hindernisses 75 befindet. Die Fig. 10 beschreibt somit die Verzögerung des Fahrzeugs 70 ausgehend von einem absoluten Bezugssystem.

In dem Diagramm von Fig. 11 sind die Veränderungen der Gravitationslast gezeigt, die durch einen Beschleunigungsmesser 74 gemessen werden. Unter „Gravitationslast" ist eine dynamische Größe zu verstehen, die folglich Einheiten bezogen auf die Schwerkraftbeschleunigung ausgedrückt und als (a_2/g) bezeichnet ist. Der Beschleunigungsmesser 74 (Fig. 7) ist innerhalb einer Fahrgastzelle des Fahrzeugs 70 angeordnet. Entsprechend werden mit dem Beschleunigungsmesser 74 Beschleunigungen ausgehend von einem relativen Bezugssystem gemessen, das sich mit dem Fahrzeug 70 mitbewegt. Bis zum Aufprall des Fahrzeugs, bzw. bis zu dem Zeitpunkt (t = 20 ms), in dem die Vorrichtung 72 aktiviert wird, ist der Beschleunigungsmesser 74 (relativ betrachtet) in Ruhe und liefert keinen Messwert ($a_2/g = 0$). Erst ab t = 20 ms erfährt der Beschleunigungsmesser 74 eine Beschleunigung, die sich durch einen Anstieg des Graphen in Fig. 11 bis auf einen Wert von +5 niederschlägt.

Ein Vergleich der Graphen der Fig. 10 und 11 zeigt sehr deutlich den Kern der vorliegenden Erfindung. Während der Beschleunigungsquotient a_1/g (für ein Fahrzeug ohne die Vorrichtung 72) nach einem Frontalaufprall bis auf einen Betrag von 25 ansteigt, ist der Beschleunigungsquotient a_2/g (für ein Fahrzeug mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 72) um das Fünffache niedriger als der Quotient a_1/g. Der Quotient a_2/g nimmt wie in Fig. 11 gezeigt nur einen maximalen Betrag von 5 an. Ein Fahrzeuginsasse, der den gleichen Beschleunigungen wie der Beschleunigungsmesser 74 ausgesetzt ist, erfährt dank der erfindungsgemäßen Vorrichtung 72 eine fünf Mal so niedrige Beschleunigung, als wenn das Fahrzeug nicht mit der Vorrichtung 72 versehen ist. Der Graph der Fig. 11 stellt demnach die Wirkung der tatsächlich gemessenen Trägheitskraft dar, die auf einen Fahrzeuginsassen bei einem Aufprall auf das stehende Hindernis 75 wirkt.

In der Darstellung von Fig. 12 ist die Aufprallkraft als Funktion der Zeit gezeigt, welche Aufprallkraft bei der Kollision des Versuchsfahrzeugs 70 mit dem Hindernis 75 eintritt.

Das Diagramm von Fig. 13 zeigt die Veränderung der Drehzahl einer mechanischen Drehschwungmasse, d.h. des rotatorisch gelagerten zweiten Körpers der Vorrichtung 72, als Funktion der Zeit. Die Schwungmasse absorbiert die kinetische Energie des Versuchsfahrzeugs während einer Kollision.

Das Diagramm von Fig. 14 zeigt die Dissipation bzw. die Abnahme der kinetischen Energie als Funktion der Zeit, wenn das mit der erfindungsgemäßen Vorrichtung 72 versehene Versuchsfahrzeug 70 auf das Hindernis 75 auftrifft.

Nachstehend sind die Versuchsergebnisse im Einzelnen diskutiert.

Eine Trägheitskraft, die auf eine Masse in einem Nicht-Initial-System von Koordinaten, die mit einem Fahrzeug in Verbindung stehen, wirkt, bestimmt sich aus der allgemeinen Gleichung:

$$B = -m * a \qquad (1)$$

Messwerte der Beschleunigung sind in dem Diagramm von Fig. 10 gezeigt. Eine solchermaßen definierte Messgröße ist als theoretische/vorbestimmte Trägheitskraft bezeichnet, da sie sich auf Grundlage der gemessenen Beschleunigungen bestimmt. Die Ausgestaltung des Messsystems erlaubt es, die Trägheitskraft aus dynamischen Messungen mit einem Beschleunigungsmesser zu bestimmen. Entsprechend folgt daraus:

$$B_r = m * b \qquad (2)$$

Die somit bestimmte Trägheitskraft wird als "real" bezeichnet, da sie direkt aus den Kraftmessungen erhalten wird. Die Trägheitskraft wirkt entgegengesetzt zu der Richtung der Beschleunigung (oder Verzögerung), so dass in einem 1D–

Koordinatensystem, wie es in Fig. 7 gezeigt ist, ein positives Vorzeichen annehmen wird.

Wie bereits erläutert, ist in dem Diagramm von Fig. 12 die Aufprallkraft F als Funktion der Zeit aufgetragen, wenn das Versuchsfahrzeug 70 auf das Hindernis 75 auftrifft. In dem hier zugrunde liegenden Koordinatensystem weist die Aufprallkraft ebenfalls ein positives Vorzeichen auf. Bei einer Umkehr des Vorzeichens wird die Kraft F zu der Kraft R, die das Hindernis 75 auf das Versuchsfahrzeug 70 ausübt. Eine solche Vorzeichen-Umkehr genügt daher der allgemeinen Beziehung actio = reactio.

Während einer Kollision, gezeigt in Fig. 7, wirken die beiden Kräfte F und R lediglich entlang der x-Achse. Ein Vergleich der beiden Kräfte B (die in Fig. 11 gezeigte Gravitationslast, multipliziert mit dem Produkt m * g) und R (die in Fig. 12 dargestellte Kraft F, nach einer Vorzeichen-Umkehr) ergibt, dass diese Kräfte obgleich entgegengesetzter Vorzeichen annähernd gleich sind. In großer Näherung wird folgende Gleichung erfüllt:

$$R + B_r = 0 \qquad (3)$$

Wenn keine äußeren Kräfte auf das Versuchsfahrzeug 70 einwirken, drückt die Gleichung (3) das d'Alembert'sche Prinzip aus. Entsprechend ist das d'Alembert'sche Prinzip für ein Fahrzeug erfüllt, das als fester Körper betrachtet wird.

Die in den Fig. 13 und 14 gezeigten experimentellen Daten ergeben, dass am Ende des Kollisionsvorgangs, wenn das Versuchsfahrzeug 70 eine Geschwindigkeit von 0 erreicht hat, die Drehzahl des zweiten Körpers, d.h. der Schwungmasse, einen Wert von n = 18800 min^{-1} erreicht hat, wobei eine Energie E = 24200 J gespeichert ist, was 85 % der Energie des Versuchsfahrzeugs vor dem Aufprall entspricht. Der Bremsvorgang, der eine Translation der kinetischen Energie in den Schwungspeicher umfasst, dauert ungefähr 80 ms, obschon 30 ms nach dem Beginn der Kollision das Fahrzeug

bereits annähernd 88 % seiner Energie eingebüßt hat, die es vor dem Aufprall hatte.

Im Folgenden wird der Fluss der Energie, die das Fahrzeug vor dem Aufprall hatte, betrachtet und daraus die Energiebilanz aufgestellt. Unter Zugrundelegung einer fortgesetzten Bewegung weist das Versuchsfahrzeug 70 vor dem Aufprall eine Energie von E_{ks} = 28512 J auf. Hierzu wird angenommen, dass es sich bei diesem Wert um die gesamte Energie des betrachteten Systems handelt. Als Folge des Aufpralls wird die Energie in andere Energieformen und Arbeit umgewandelt. Ein Drehspeicher, überwiegend in Form des rotatorisch gelagerten zweiten Körpers, kann eine kinetische Energie von E_{ka} = 24200 J absorbieren und diese Energie in Form von kinetischer Energie einer Drehbewegung speichern. Die Energie, die in den pneumatischen Federn infolge eines thermodynamischen Prozesses in Arbeit umgewandelt wird, beträgt E_t = 1000 J. Hinsichtlich der sehr kurzen Zeitdauer wird dieser Vorgang als adiabat betrachtet. In der Annahme, dass die in Wärme umgewandelte Energie und die Verformungen der Fahrzeugkomponenten sich näherungsweise bestimmt zu E_d = 3300 J, kann die Energiebilanz formuliert werden zu:

$$E_{ks} = E_{ka} + E_t + E_d \qquad (4)$$

wobei E_{ks}: kinetische Energie des Fahrzeugs, in Bewegung,

E_{ka}: kinetische Energie der Drehbewegung eines mechanischen Speichers, bestimmt auf Grundlage der gemessenen Umdrehungen pro Minute,

E_t: Energie, die infolge der Kompression der pneumatischen Federn in thermodynamische Arbeit umgewandelt wird, erhalten durch die Abweichungen bezüglich Druck und Gasvolumen in der Feder,

E_d: geschätzte Energie, die infolge von Reibung und Verformung von Fahrzeugen dissipiert wird.

Bezüglich der Gleichung (4) wird die Annahme getroffen, dass hierbei das Prinzip der Energieerhaltung erfüllt ist.

Eine weitere Auswertung der experimentellen Daten führt zu einem Ergebnis, das wesentlich für die vorliegende Erfindung ist. Die aufgezeichneten Werte für die Gravittionslast (vgl. Fig. 11) sind wesentlich geringer als die aufgezeichneten Werte für die einheitenlosen Beschleunigungen (vgl. Fig. 10). Die gemessenen absoluten Werte (ungeachtet des Vorzeichens) der einheitenlosen Beschleunigung

$$\frac{\bar{a}}{g}$$

(eine kinematische Größe bestimmt auf Grundlage der Geschwindigkeit) und der so genannten Gravitationslast

$$\frac{\bar{b}}{g}$$

(eine dynamische Kraft, die durch einen Kraftsensor gemessen ist). Gemäß den Gleichungen (1) und (2) sollte eine Multiplikation mit der Masse und der Schwerkraftbeschleunigung die Trägheitskräfte ergeben. Im vorliegenden Fall ist dies jedoch nicht so. Die Trägheitskräfte, die durch einen Beschleunigungsmesser (auf der Grundlage von ausgelesenen Werten eines Kraftsensors) gemessen sind, d.h. die realen Trägheitskräfte sind um einige Hundert Prozent geringer als die auf der Grundlage der Beschleunigungen vorbestimmten Werte. Bei Anwendung eines Energieflusses mit hoher Geschwindigkeit und geringen Kräften von einem kollidierenden Körper auf die erfindungsgemäße Vorrichtung wird demnach von dem in Gleichung (1) dargestellten Prinzip abgewichen.

Im Hinblick auf mögliche Anwendungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird im Folgenden das Problem einer veränderlichen Aufprallkraft betrachtet, die bei einem Aufprall eines Fahrzeugs auf ein Hindernis erzeugt wird. Die Verringerung der Trägheitskraft muss einhergehen mit einer Verringerung der

Aufprallkraft und umgekehrt. Dieser Aspekt ist nachstehend im Zusammenhang mit dem Impuls/Moment-Prinzip betrachtet.

Der Impuls der Aufprallkraft, der bei einem Aufprall des Versuchsfahrzeugs auf das Hindernis vorliegt, ist gleich der Veränderung des Trägheitsmoments des Fahrzeugs, was sich in folgender Gleichung niederschlägt:

$$\Delta\bar{p} = \bar{\pi} \qquad (5)$$

Die Gleichung (5) lässt sich umformen zu:

$$\Delta(m\bar{V}) = \int_{t_1}^{t_2} \bar{F}\,dt$$

Vor dem Aufprall beträgt das Trägheitsmoment des Versuchsfahrzeugs 70 p = 7,9 kNS, wobei das Trägheitsmoment nach dem Aufprall zu Null wird. Entsprechend wird der erste Wert zu einer Veränderung des Trägheitsmoments. Der Impuls, der sich aus den Messungen der zeitlichen Veränderungen der Aufprallkraft während des Aufpralls bestimmt, beträgt p = 4 kNS. Deshalb ist die Gleichung (5) nicht erfüllt. Der Impuls der Aufprallkraft ist beträchtlich kleiner als die Veränderung des Trägheitsmoments auf Grund der Wirkung dieser Kraft. Wenn in dem Versuchsfahrzeug 70 die erfindungsgemäße Vorrichtung 72 vorgesehen ist, ergibt sich die Veränderung des Trägheitsmoments des kollidierenden Fahrzeugs durch den Impuls der Reaktionskraft, die auf das Fahrzeug einwirkt, und durch die Dissipation der Energie des Fahrzeugs. Anders ausgedrückt, bewirkt ein Energiefluss während einer Kollision des Fahrzeugs eine Abweichung der physikalischen Parameter dieser Vorgänge von dem genannten Impuls/Moment-Prinzip.

Die vorstehend erläuterten Messdaten lassen sich jedoch nicht nur mit einer Vorrichtung bestimmen, die eine mechanische rotierende Schwungmasse aufweist, sondern in gleicher Weise durch eine in den Fig. 5, 5a und 6 gezeigte

Vorrichtung, die auf dem Fluid-Prinzip basiert. Flüssigkeiten oder Gase eignen sich in gleicher Weise wie rotierende Schwungmassen zum Absorbieren und zur Dissipation von Energie. Solche Fluidlösungen sind in der Regel preiswerter, geräuschärmer und zuverlässiger als solche mit in Schwung versetzten Schwungmassen. Insbesondere lassen sich im Vergleich zu den rein mechanischen Lösungen sehr hohe Übersetzungsverhältnisse erzielen.

Die ermittelten Testraten zeigen, dass die Transformation bzw. die Umwandlung der kinetischen Energie eines bewegten Objekts in andere Formen von Energie in hohem Maße den Impulsen der Aufprallkräfte, die während einer Kollision erzeugt werden und die Trägheitskräfte infolge einer Geschwindigkeitsverringerung bei der Kollision vermindern Bei den vorliegend durchgeführten Versuchen konnte eine Verminderung der maximalen Trägheitskraft und des Impulses der Aufprallkraft jeweils um nahezu das Fünffache festgestellt werden. Dies stellt ein Indiz für eine Abweichung von dem Prinzip bezüglich der Trägheitskraft und der Beschleunigung dar und in gleicher Weise ein Abweichen von dem Impuls/Moment-Prinzip.

Bei einem herkömmlichen Stoßvorgang bestehen Probleme infolge einer sehr kurzen Stoßzeit und einer zumeist sehr kurzen Verformungsstrecke, über die die Energie aufgenommen bzw. abgeleitet werden kann. Wenn die Energie eines schnell bewegten Fahrzeugs nicht kontrolliert abgeleitet werden kann, führt dies zu einer Zerstörungsarbeit, die sowohl das Fahrzeug als auch das Hindernis nachhaltig schädigt.

Deshalb besteht eine wesentliche Anforderung an die erfindungsgemäße Vorrichtung darin, dass die Zeit, die für eine Energie-Absorption erforderlich ist, kürzer ist als die Zeit, innerhalb der irreversible Stöße zwischen dem Fahrzeug und einem Hindernis auftreten. Innerhalb dieser Zeitspanne sollte die gesamte kinetische Energie des bewegten Fahrzeugs oder zumindest ein wesentlicher Teil davon absorbiert werden, so dass die kinetische Energie des Fahrzeugs selbst bei dem Aufprall im Wesentlichen gleich Null beträgt. Die Kraft, die für

ein Aktivieren der erfindungsgemäßen Vorrichtung erforderlich ist, sollte so gering wie möglich sein.

Mögliche Einsatzgebiete der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind:

- Schutz von Fahrzeugen gegen Kollisionen,
- Schutz von Seilbahn-Installationen (Fahrstühle, Seilförderanlagen oder dergleichen) gegen Ausfälle infolge eines Seilbruchs,
- Mörser oder dergleichen hinsichtlich einer Absorption der Rückstoßkraft,
- bei der Landung von Flugzeugen auf Flugzeugträgern, um die Bremsstrecke zu verringern.

Die in den Diagrammen der Fig. 17 und 18 gezeigten Messdaten bezüglich der Beschleunigung bzw. der Aufprallkraft zeigen deutlich, dass sich die Belastungen bei einem Fahrzeugaufprall mit Verwendung der erfindungsgemäßen Vorrichtung (Kurve 2) im Vergleich zu einem Fahrzeug ohne die erfindungsgemäße Vorrichtung (Kurve 1) signifikant vermindern lassen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Transformieren von kinetischer Energie, mit
- einem ersten Körper (2), der infolge einer äußeren Kraft (F) von einer Ausgangsposition in eine Endposition längsverschieblich ist, und mit
- zumindest einem rotatorisch gelagerten zweiten Körper (7), der mit dem ersten Körper (2) gekoppelt ist, wobei eine Längsbewegung des ersten Körpers (2) den zweiten Körper (7) in Rotation versetzt, so dass die Längsbewegung des ersten Körpers (2) abgebremst wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Kopplung zwischen dem ersten Körper (2) und dem zweiten Körper (7) in einem Übersetzungsverhältnis (i) erfolgt.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei der der erste Körper (2) mit einem Zahnstangenelement (4a) verbunden ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der das Zahnstangenelement (4a) in Eingriff mit einem Übersetzungsgetriebe (5,6,8) ist, das insbesondere eine Mehrzahl von Getriebestufen umfasst, wobei das Übersetzungsgetriebe den zweiten Körper (7) antreibt.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der der zweite Körper als Stabelement (8) ausgebildet ist, das um seinen Mittelpunkt (12a) rotierend gelagert ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der an den entgegengesetzten Enden des Stabelements (12) jeweils ein Massekörper (13) befestigt ist.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 oder 6, die zumindest ein entlang des Stabelements (12) längsverschieblich angeordnetes Flieh-

gewicht (14) umfasst, das bei einer Rotation des Stabelements (12) radial nach außen bewegt wird.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, bei der das Fliehgewicht (14) mittels einer Federeinrichtung (15) in Richtung der Drehachse (12a) des Stabelements vorgespannt ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, die zwei Fliehgewichte (14) umfasst, die an dem Stabelement (12) beiderseits der Drehachse (12a) des Stabelements vorgesehen sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der die Kopplung zwischen dem ersten Körper (2) und dem zweiten Körper (20, 32) mittels einer Gurteinrichtung (22, 34) erfolgt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, bei der die Gurteinrichtung (22, 34) mittels einer Tangentennocke (21, 33) an dem zweiten Körper befestigt ist.

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 10 oder 11, bei der an dem ersten Körper (2) eine Fingereinrichtung (23) mit Fingerelementen (23a) angebracht ist, die in der Ausgangsposition des ersten Körpers (2) gegenüberliegend zu einem Aufnahmeblock (24) mit komplementär zu den Fingerelementen der Fingereinrichtung ausgebildeten Stegelementen (24a) angeordnet ist, wobei die Gurteinrichtung (22) zwischen der Fingereinrichtung (23) und dem Aufnahmeblock (24) verläuft, und wobei in der Endstellung des ersten Körpers die Fingerelemente (23a) in Eingriff mit den Stegelementen (24a) gelangen, so dass die Gurteinrichtung (22) eine Zugkraft auf die Tangentennocke (21) ausübt und den zweiten Körper (20) in Rotation versetzt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, die zwei zweite Körper (21) beiderseits des Aufnahmeblocks aufweist, wobei die Gurteinrichtung (22) zwischen den Tangentennocken (21) der zweiten Körper (20) gespannt ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 11, bei der das Zahnstangenelement (4a) in Eingriff mit einem Zahnrad (30) ist, an dem eine weitere Tangentennocke (31) befestigt ist, wobei die Gurteinrichtung (34) zwischen den beiden Tangentennocken (31, 33) gespannt ist, so dass eine Drehung des Zahnrades (30) infolge einer Längsverschiebung des Zahnstangenelements (4a) eine Zugkraft auf die Gurteinrichtung (34) ausübt und den zweiten Körper (32) in Rotation versetzt.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 14, bei der der zweite Körper (7, 12, 20, 32) als Schwungmasse ausgebildet ist.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, bei der Bremselemente (9) in Kontakt mit der Schwungmasse (7) bringbar sind, so dass die rotierende Schwungmasse durch die Bremselemente (9) abbremsbar ist.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, bei der die Kopplung zwischen dem ersten Körper (2) und dem zweiten Körper (7, 12) bei Erreichen der Endposition des ersten Körpers aufgehoben ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, bei der die Kopplung zwischen dem ersten Körper und dem zweiten Körper gedämpft ist.

19. Vorrichtung zum Transformieren von kinetischer Energie, mit
- einem Körper (44), der infolge einer äußeren Kraft (F) längsverschieblich ist,
- einem Behältnis (40), das mit einem Fluid (41) gefüllt ist, und mit
- einem mit dem Körper (44) verbundenen Kolben (42), der innerhalb des Behältnisses (40) zwischen einer Ausgangsposition und einer Endposition verschieblich geführt ist, wobei das Behältnis in der Ausgangsposition des Kolbens eine größtmögliche Fluidfüllung aufweist, und wobei

bei einer Längsverschiebung des Körpers das Fluid (41) durch den Kolben (42) verdrängt und aus dem Behältnis (40) abgeführt wird, so dass die Längsbewegung des Körpers (44) abgebremst wird.

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, bei der das Behältnis (40) zumindest eine Öffnung (45) zum Abführen des Fluids (41) aufweist.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, bei der eine Verdrängung des Fluids (41) in dem Behältnis (40) in einem Übersetzungsverhältnis (i) erfolgt, das sich durch das Verhältnis von auf das Fluid wirkender Kolbenfläche (42a) zum Öffnungsquerschnitt der Öffnung (45) bestimmt.

22. Vorrichtung nach Anspruch 21, bei der die Energietransformation über eine energieübertragende Masse erfolgt, die sich bestimmt aus

$$M_e = M/i^2$$

, wobei M_e: energieübertragende Masse,
M: Masse der Vorrichtung, und
i: Übersetzungsverhältnis.

23. Vorrichtung nach Anspruch 22, bei der die Energietransformation pro Längenverschiebung des Kolbens über ein energieübertragendes Volumen erfolgt, mit

$$V_e=M_e/\rho_F,$$

wobei V_e: energieübertragendes Volumen,
M_e: energieübertragende Masse,
ρ_F: Dichte des Fluids.

24. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 23, bei der eine Stirnseite (47) des Behältnisses (40), die dem beweglichen Kolben (42) gegenüberliegt, im wesentlichen parallel zu der Kolbenfläche (42a) ist, wobei die zumindest eine Öffnung (45) in dem Behältnis (40) angrenzend zu der Stirnfläche (47) ausgebildet ist.

25. Vorrichtung nach Anspruch 24, bei der der Kolben (42) in seiner Endposition mit der Stirnfläche (47) in Anlage kommt.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 24 oder 25, bei der das Fluid (41) bei einer Längsverschiebung des Körpers (44) im wesentlichen rechtwinklig zu der Bewegungsrichtung des Kolbens (42) aus dem Behältnis (40) abgeführt wird.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 23, bei der eine Stirnseite (47´) des Behältnisses, die dem beweglichen Kolben gegenüberliegt, eine Keilform (48) aufweist, wobei die Öffnung in dem Behältnis als Ringspalt (50) ausgebildet ist, der sich zwischen der Keilform (48) und einer Behältniswandung (49) erstreckt.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, bei der an einer Innenfläche (49) des Behältnisses in einer Ebene vor der Keilspitze und orthogonal zur Bewegungsrichtung des Kolbens Anschlagselemente (51) vorgesehen sind, die die Endposition des Kolbens festlegen, so dass der Kolben in seiner Endposition nicht gegen die Keilspitze anschlägt.

29. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 28, bei der das Fluid (41) ein Gas oder eine Flüssigkeit ist oder aus festen Teilchen mit mikroskopischen Abmessungen besteht.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 29, bei der das Fluid ein unter Druck gesetztes Gas oder eine Flüssigkeit ist, wobei die Öffnung (45) durch ein Ventil, eine Membran oder dergleichen verschlossen ist.

31. System zum Transformieren von kinetischer Energie, mit einer Mehrzahl von Vorrichtungen nach einem der Ansprüche 1 bis 30, die hintereinander angeordnet und miteinander verbunden sind, so dass eine Längsverschiebung der Körper infolge der äußeren Kraft nacheinander einsetzt.

32. Vorrichtung, bei der das Behältnis (40) einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 30 mittels einer Führungseinrichtung (46) längsverschieblich in Richtung einer daran angrenzenden Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 30 gelagert ist.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, bei der der erste Körper (2) einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 18 mit dem Behältnis (40) einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 30 verbunden ist.

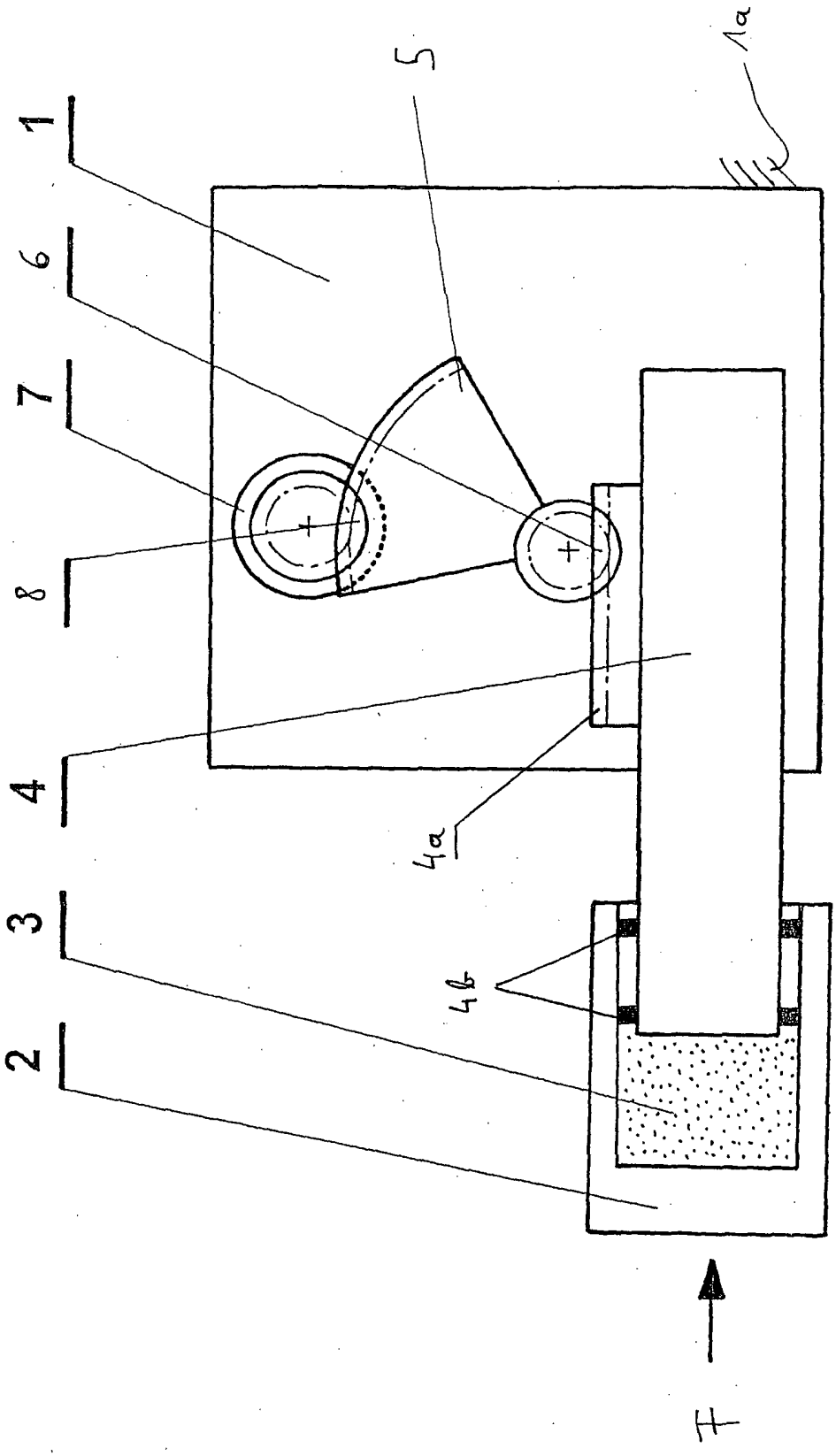


Fig. 1

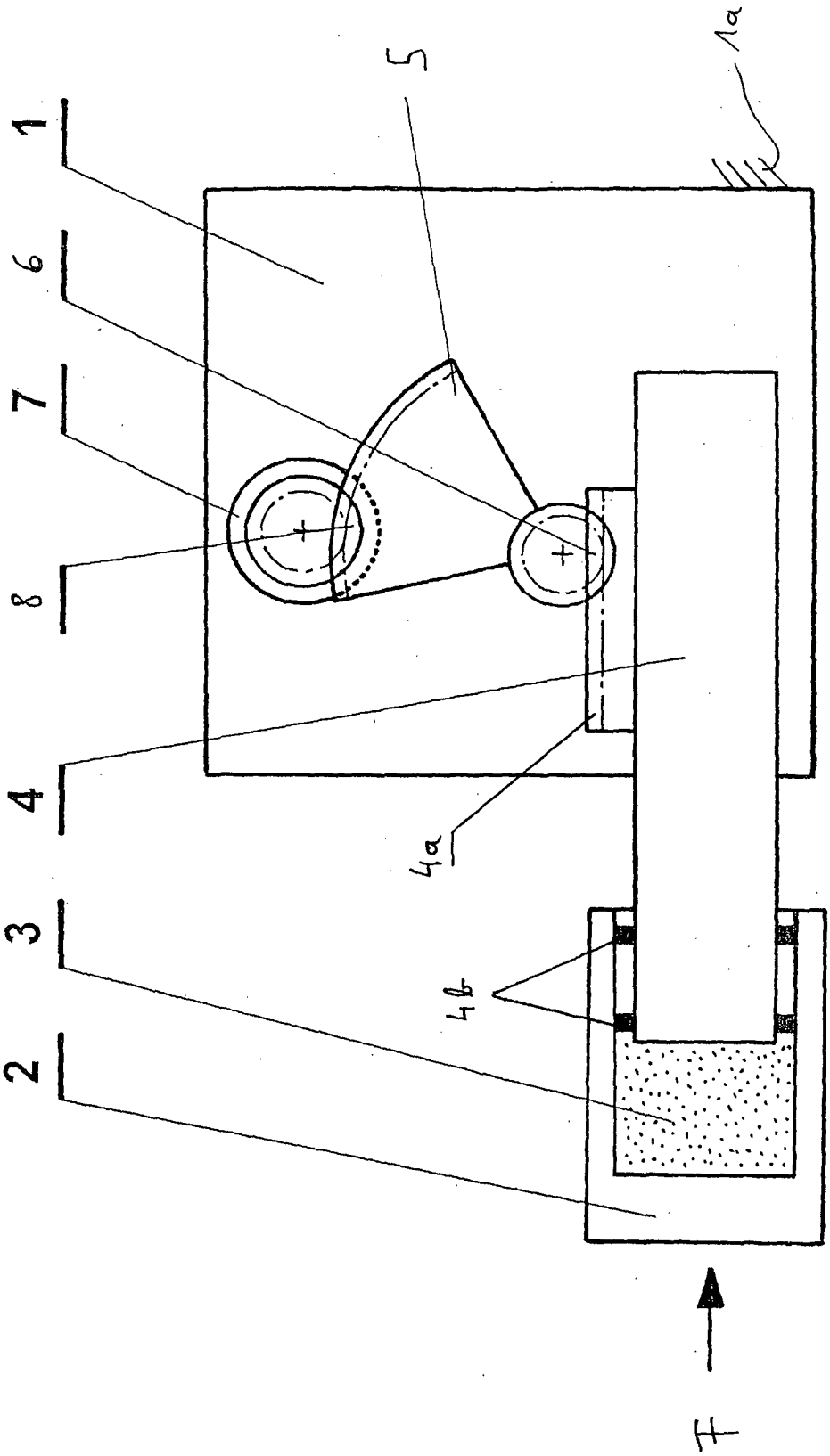


Fig. 1

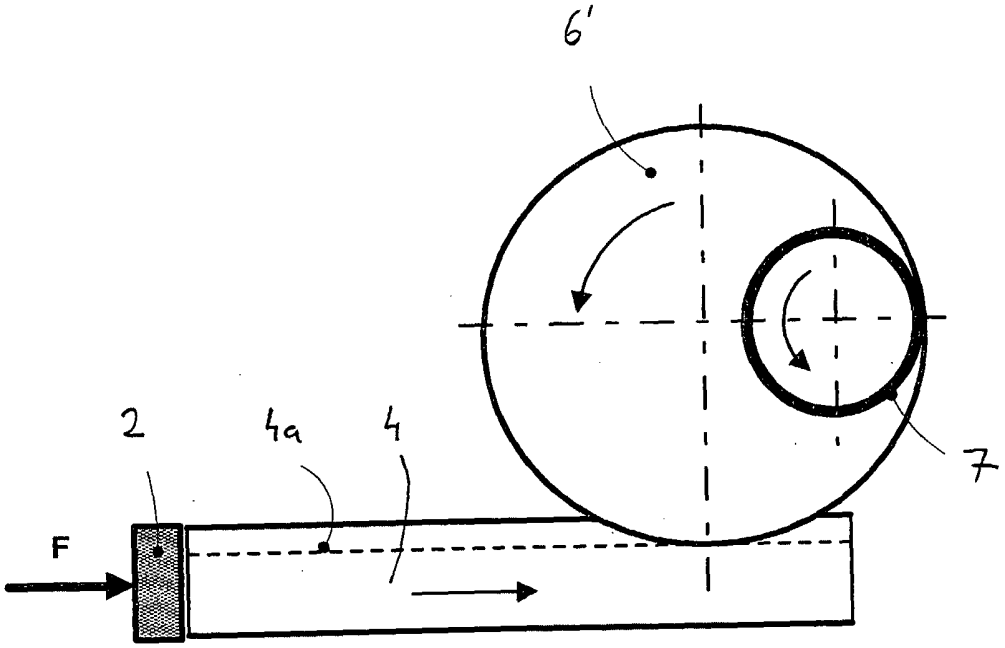


Fig. 1a

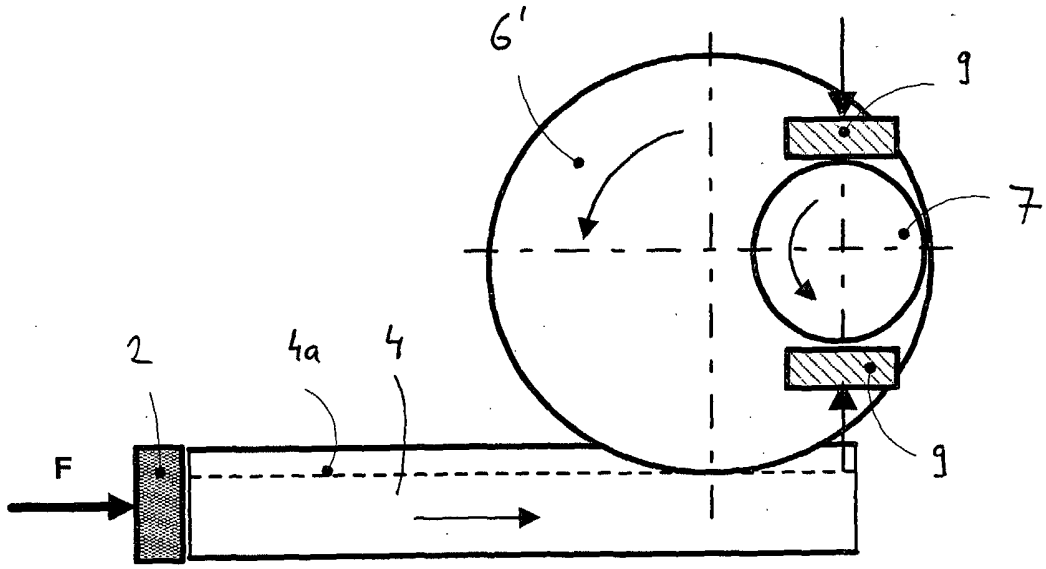


Fig. 1b

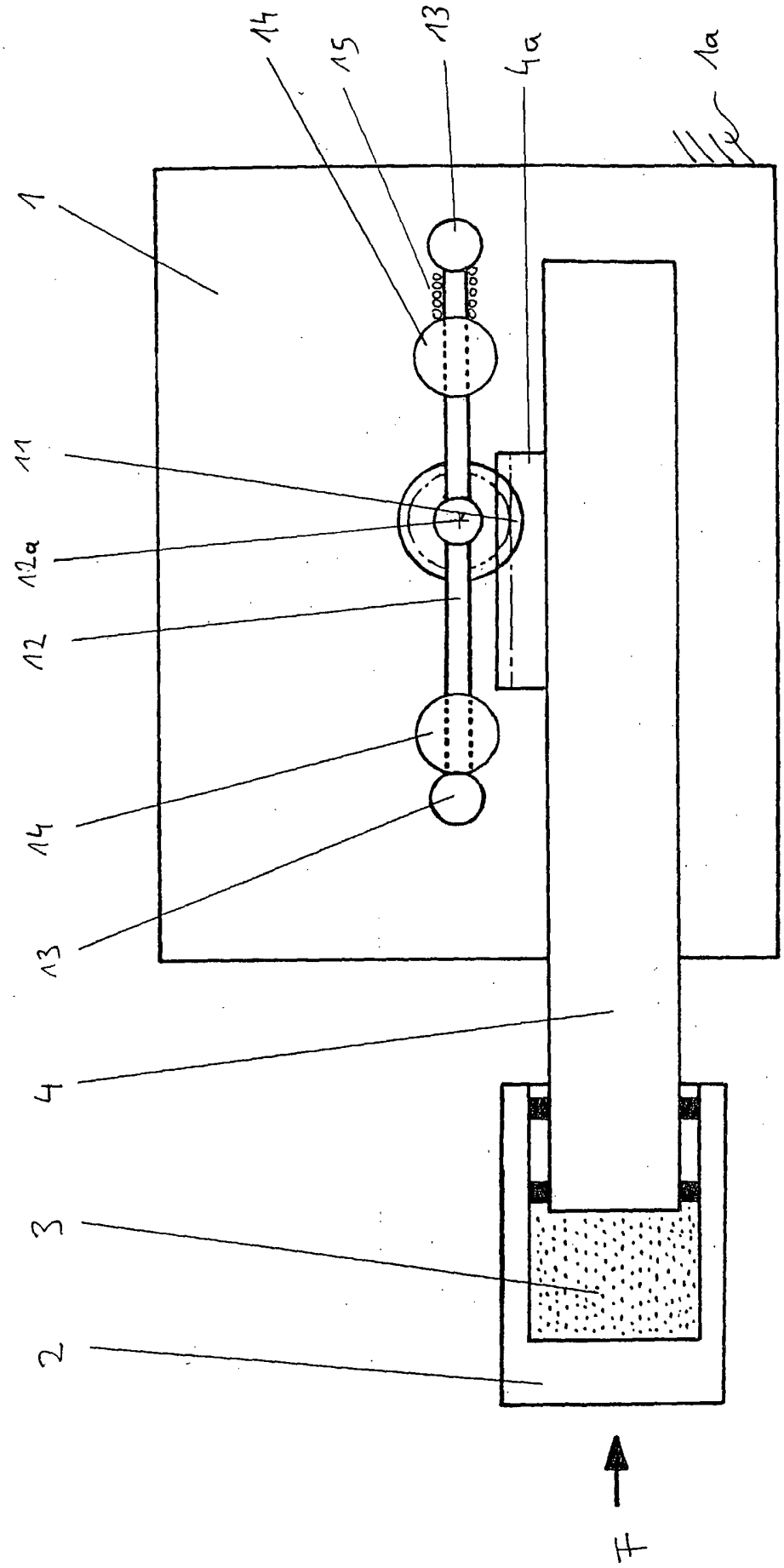


Fig. 2

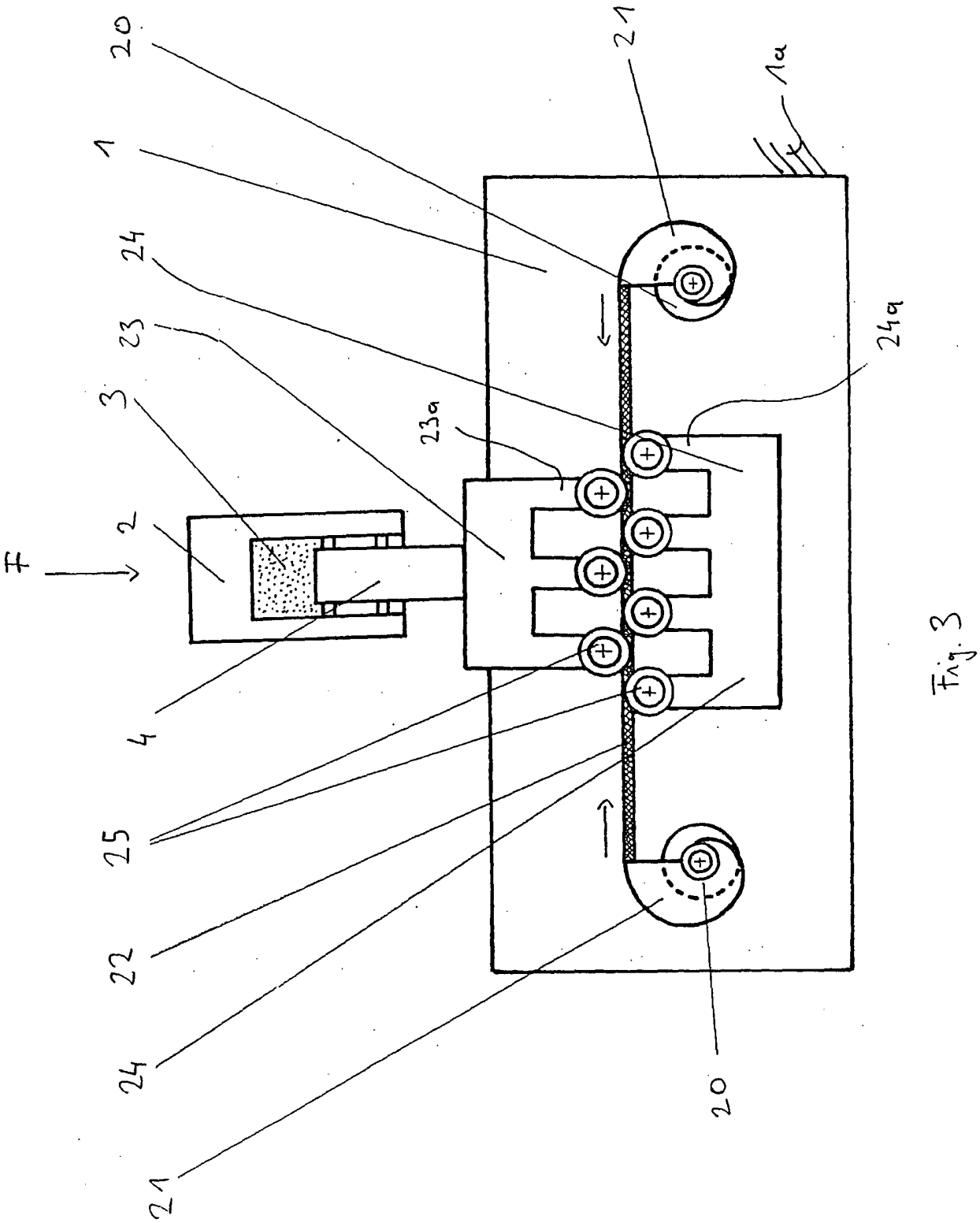


Fig. 3

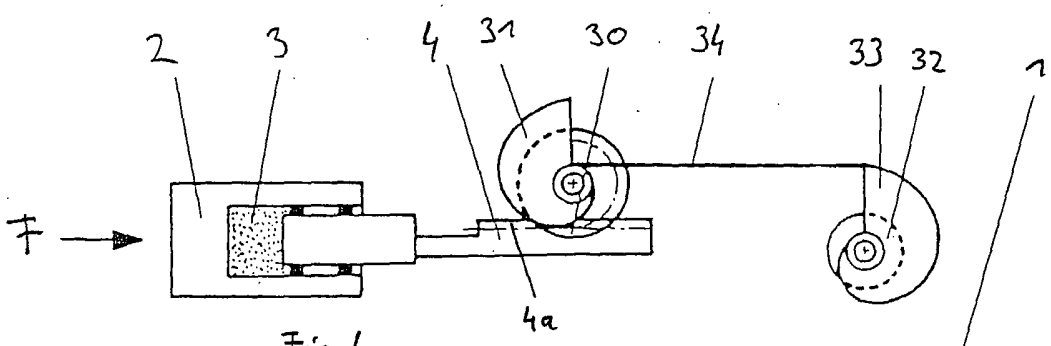


Fig. 4a

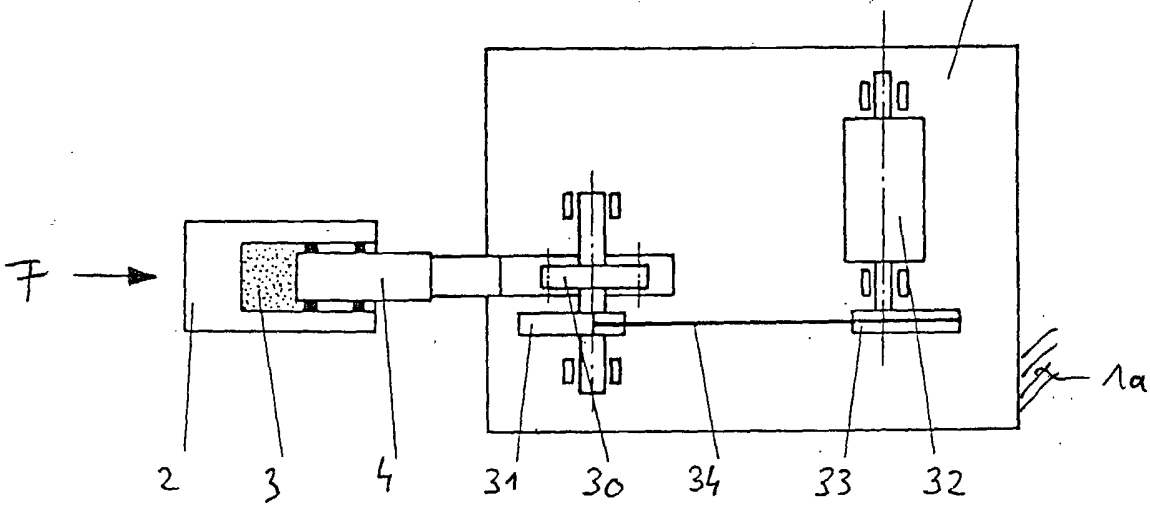


Fig. 4b

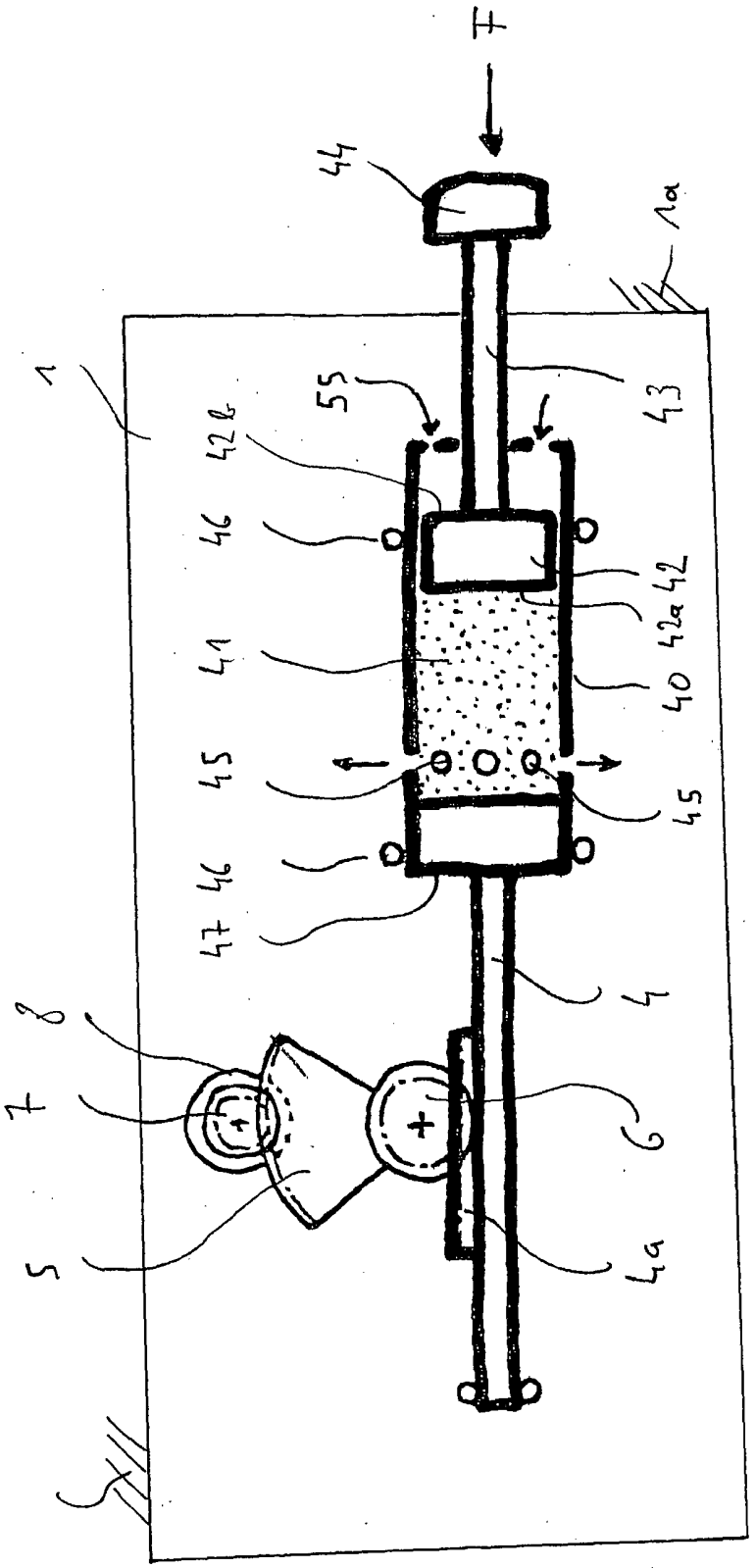


Fig. 5

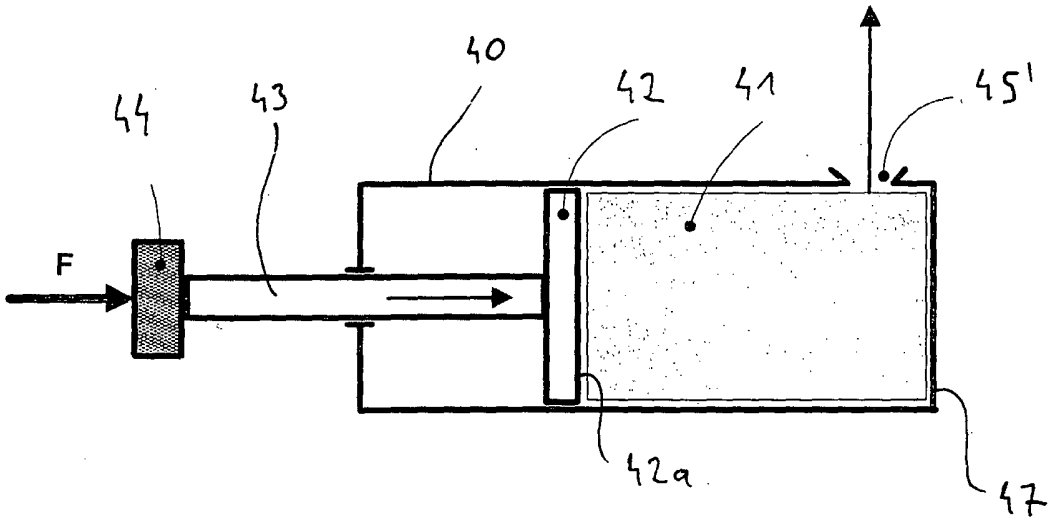


Fig. 5a

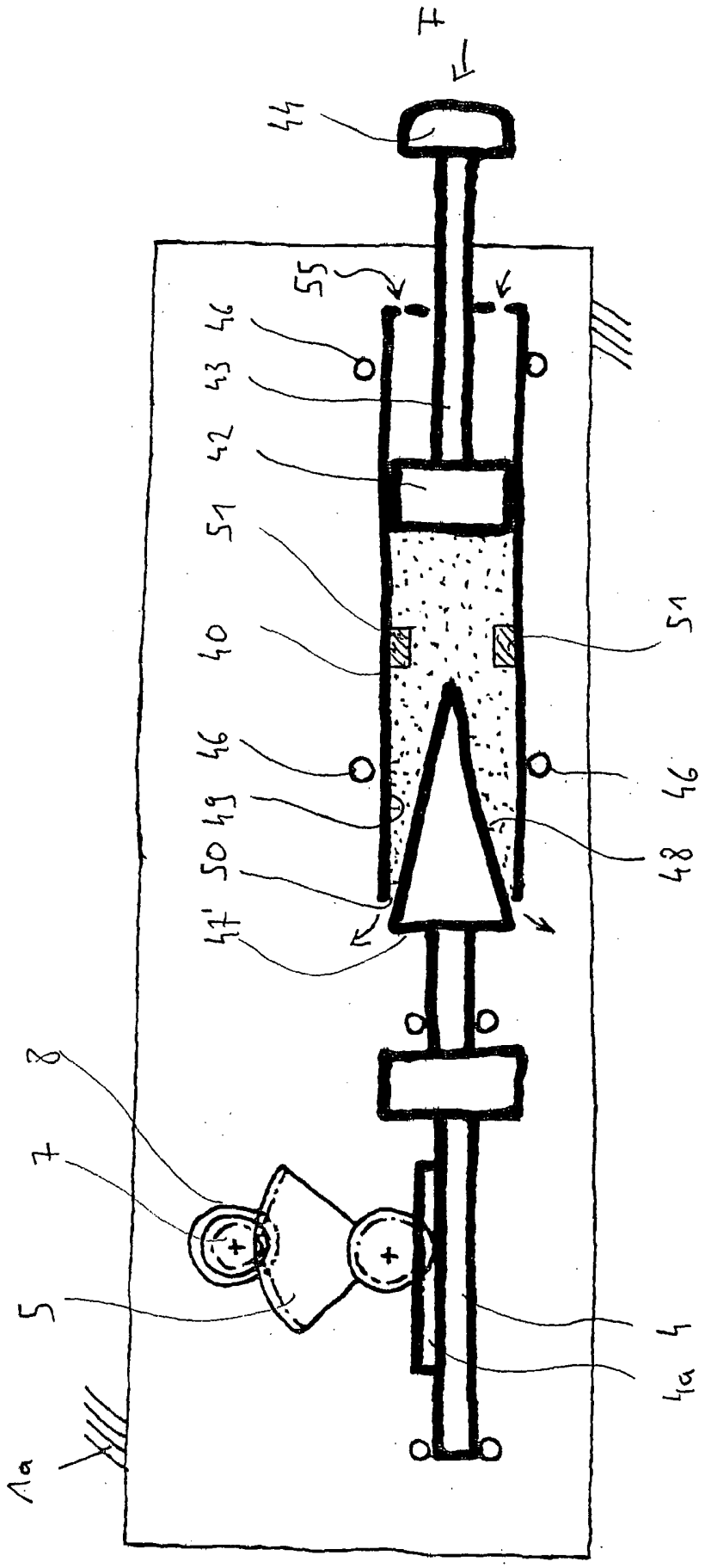


Fig. 6

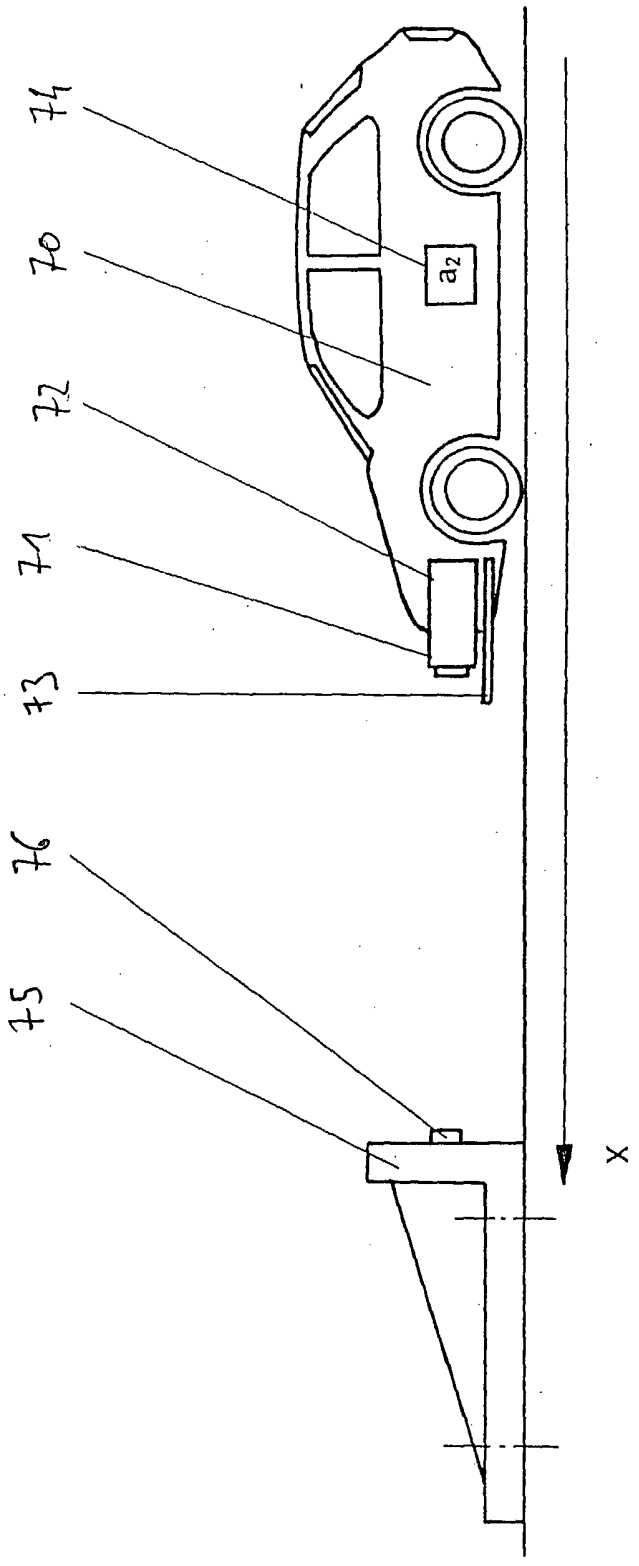


Fig. 7

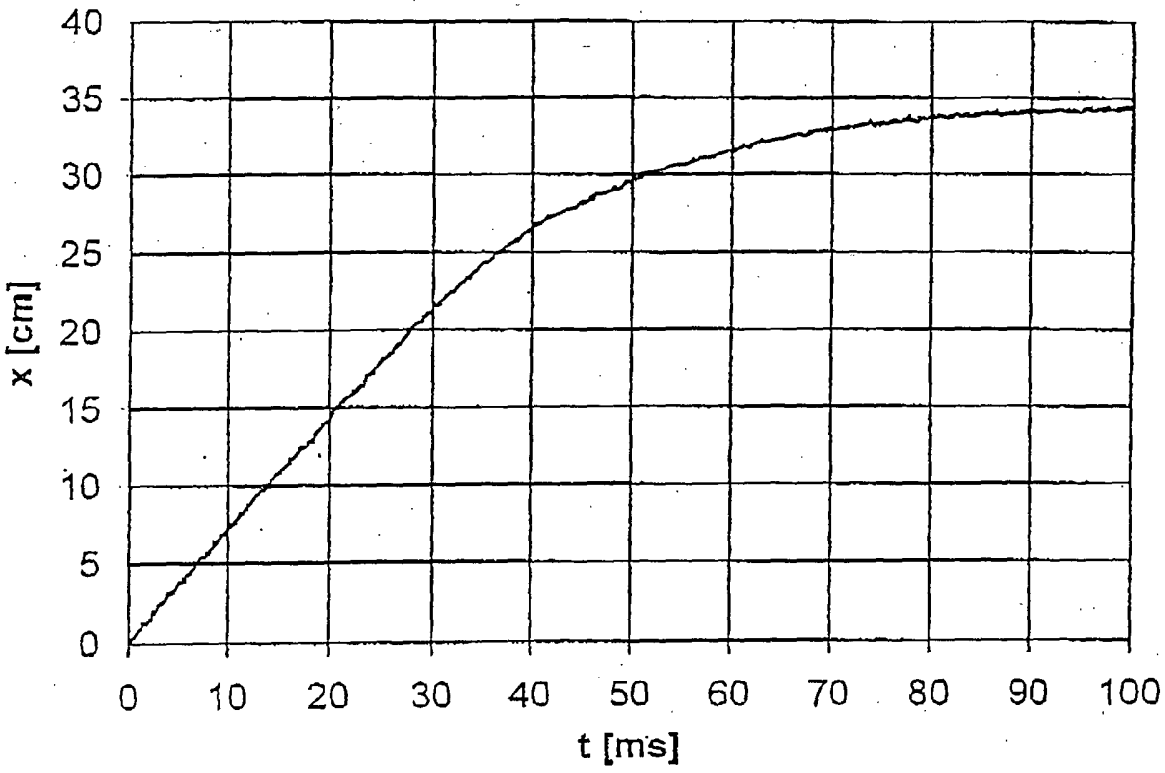


Fig. 8

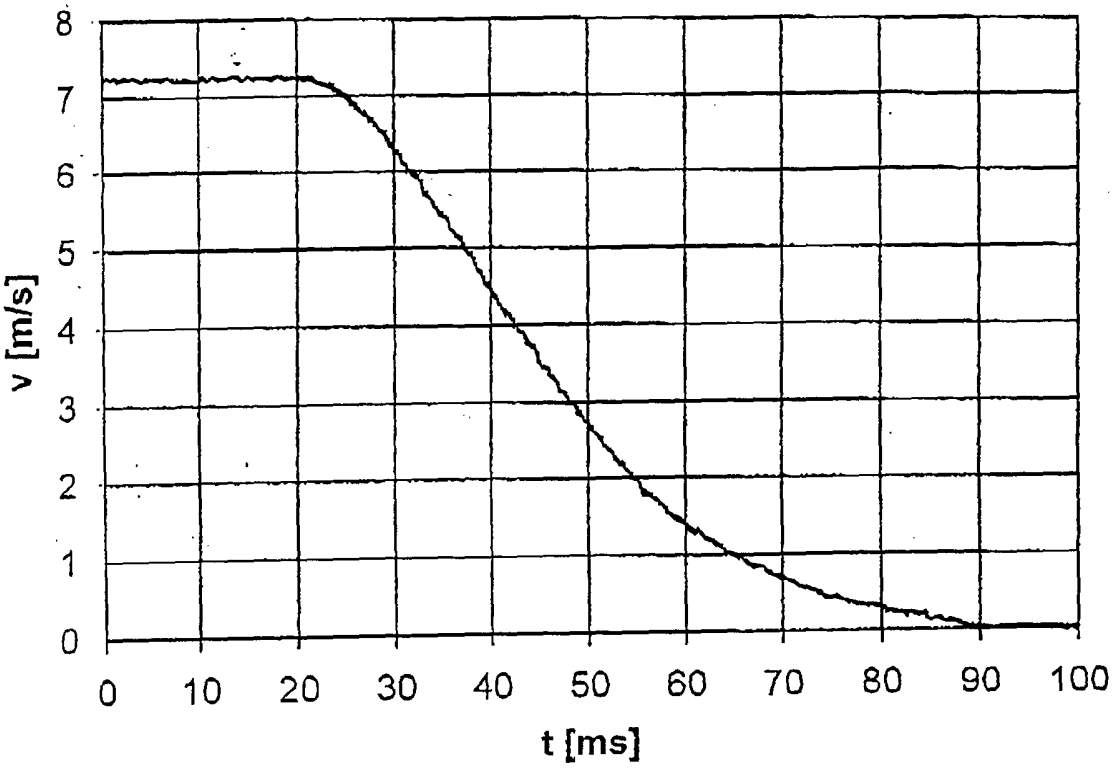


Fig. 9

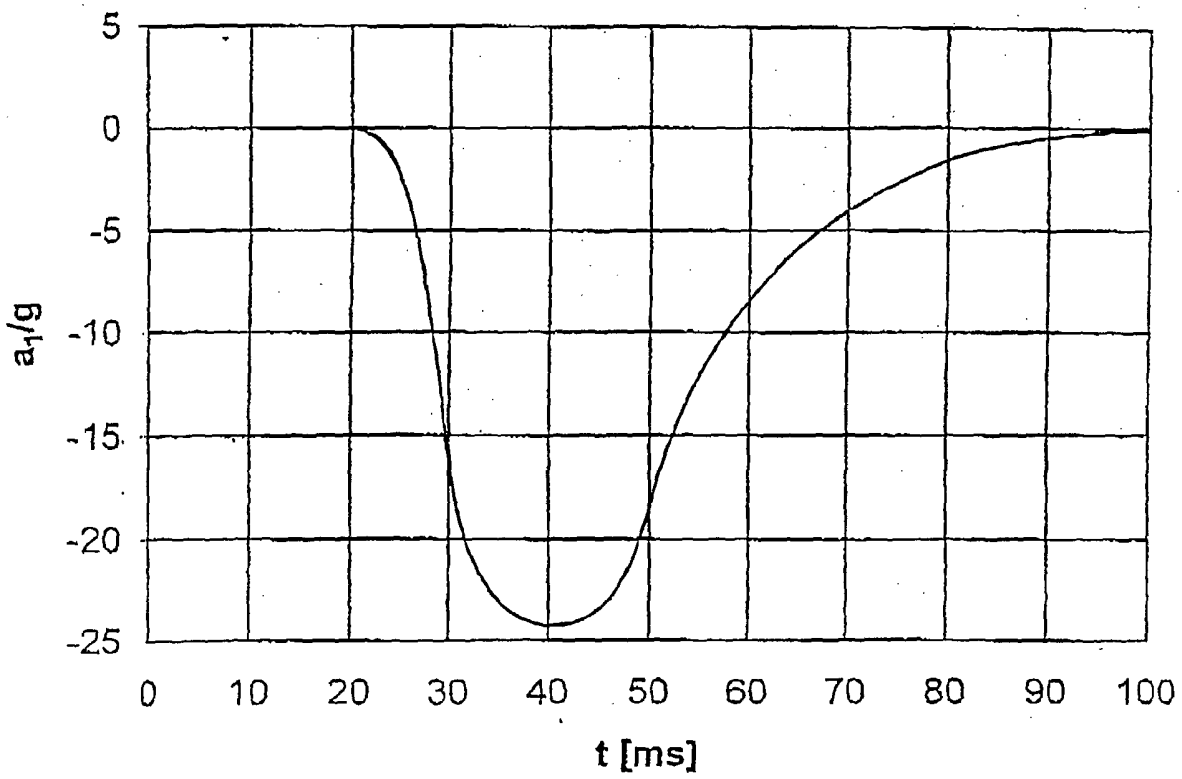


Fig. 10

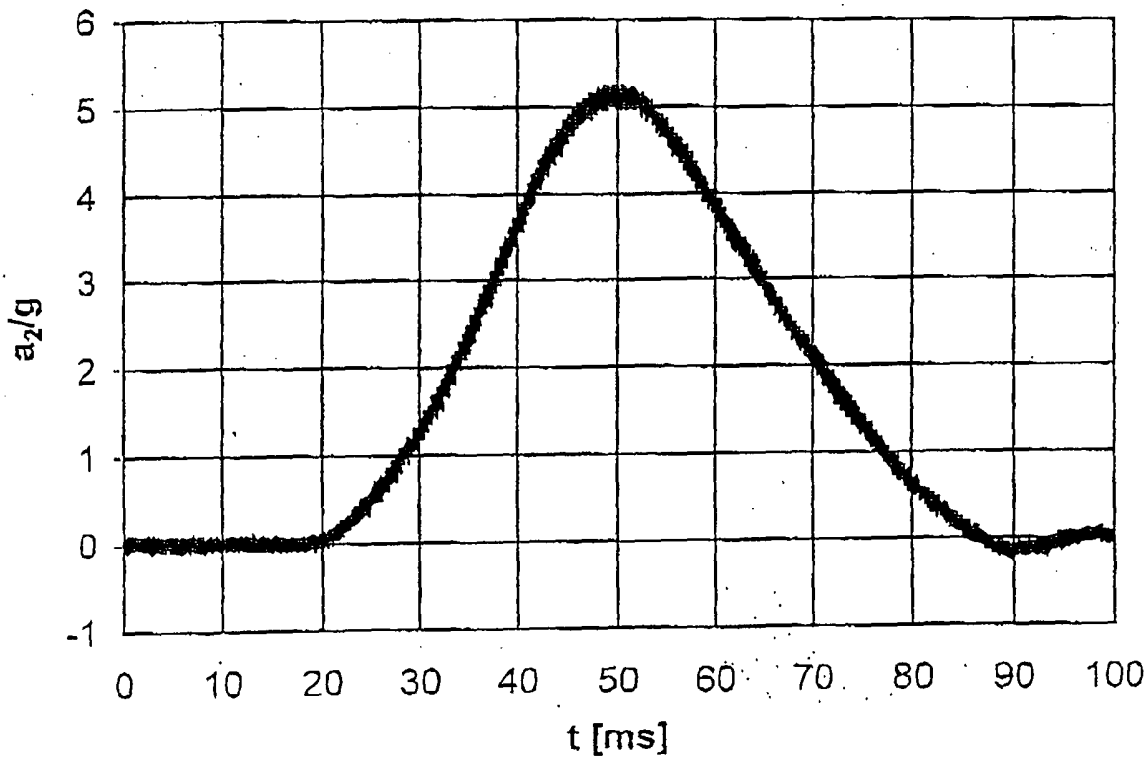


Fig. 11

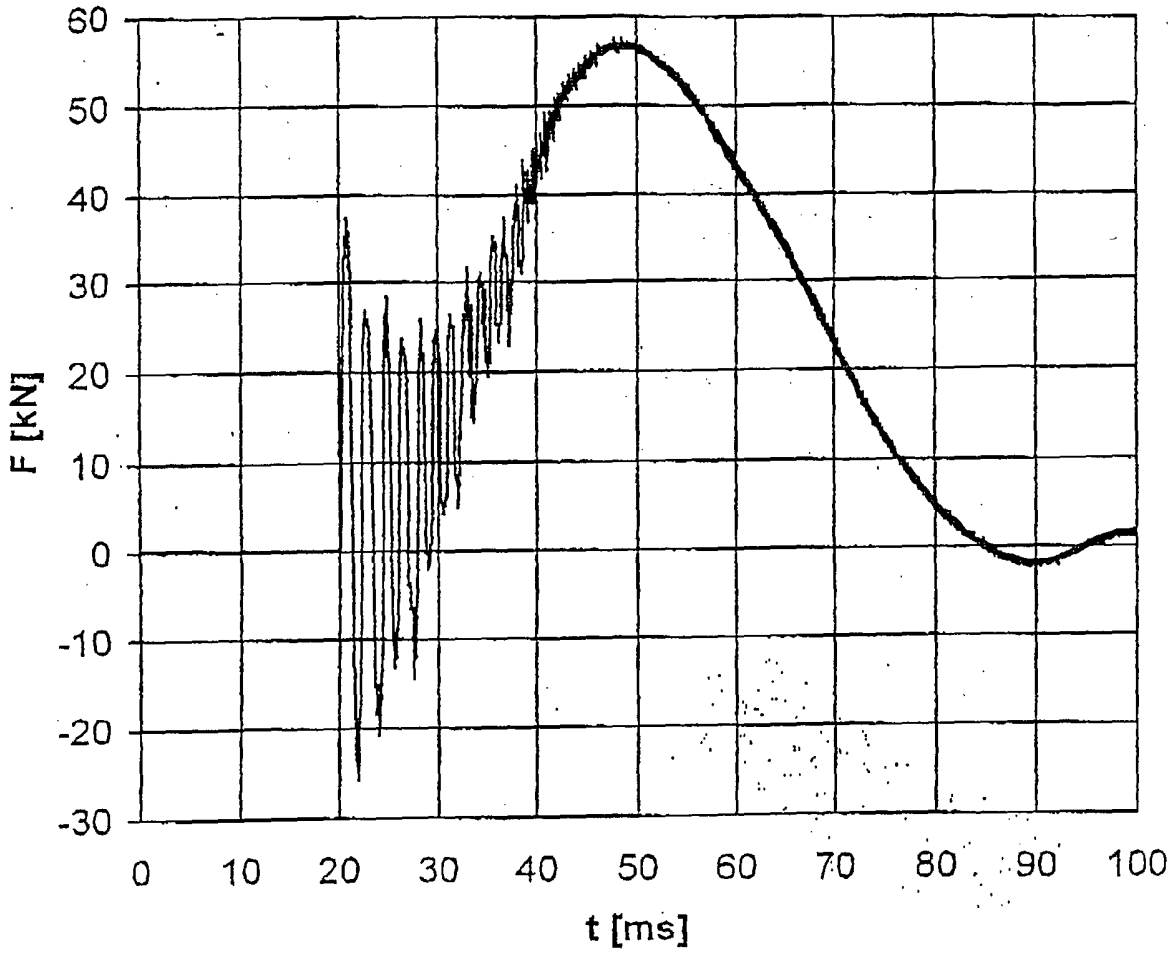


Fig. 12

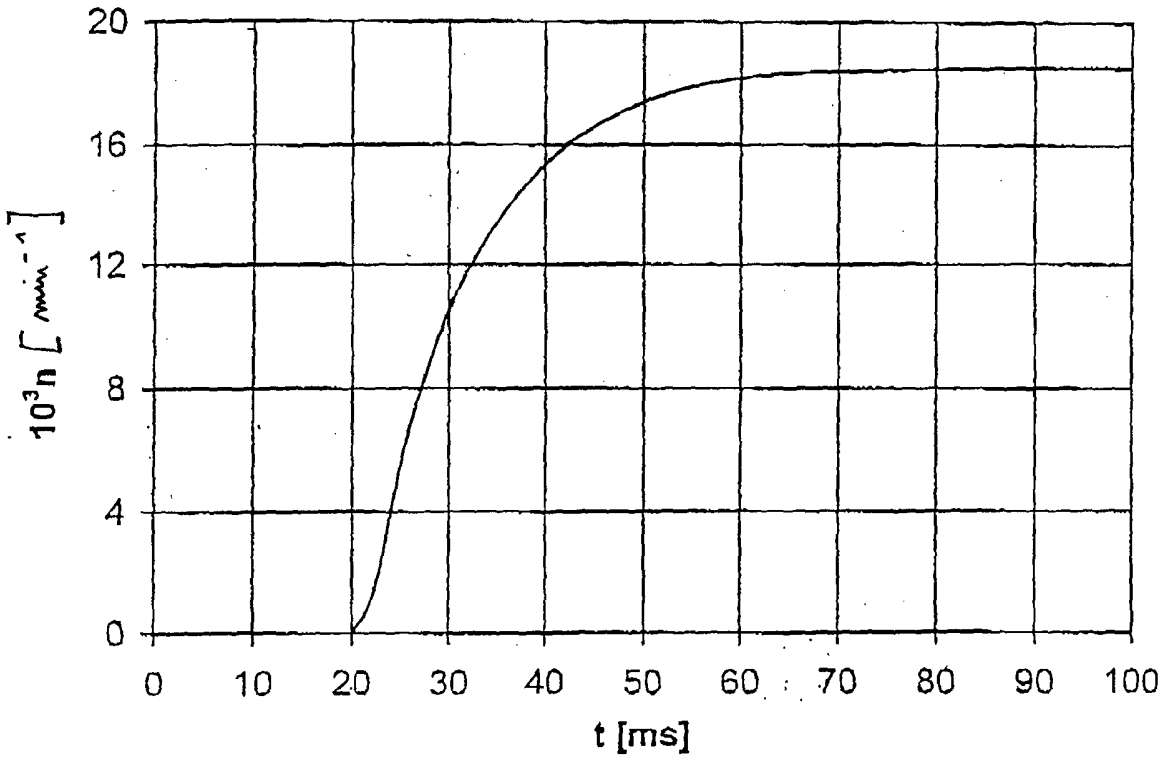


Fig. 13

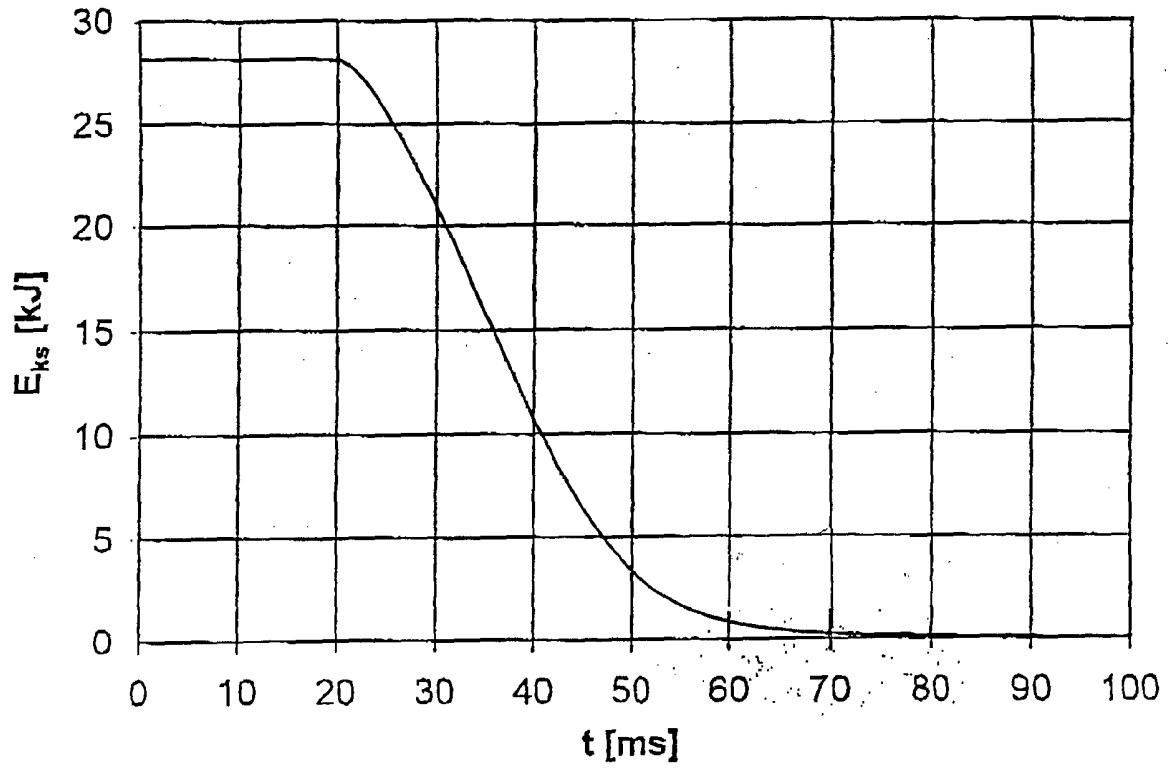


Fig. 14

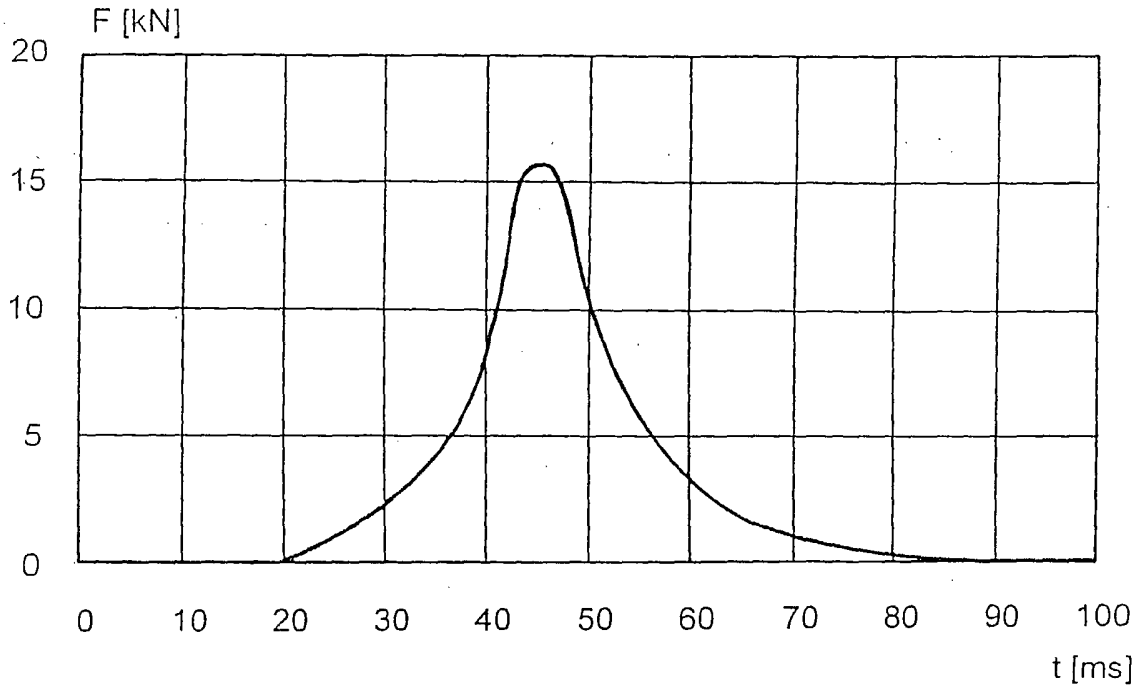


Fig. 15

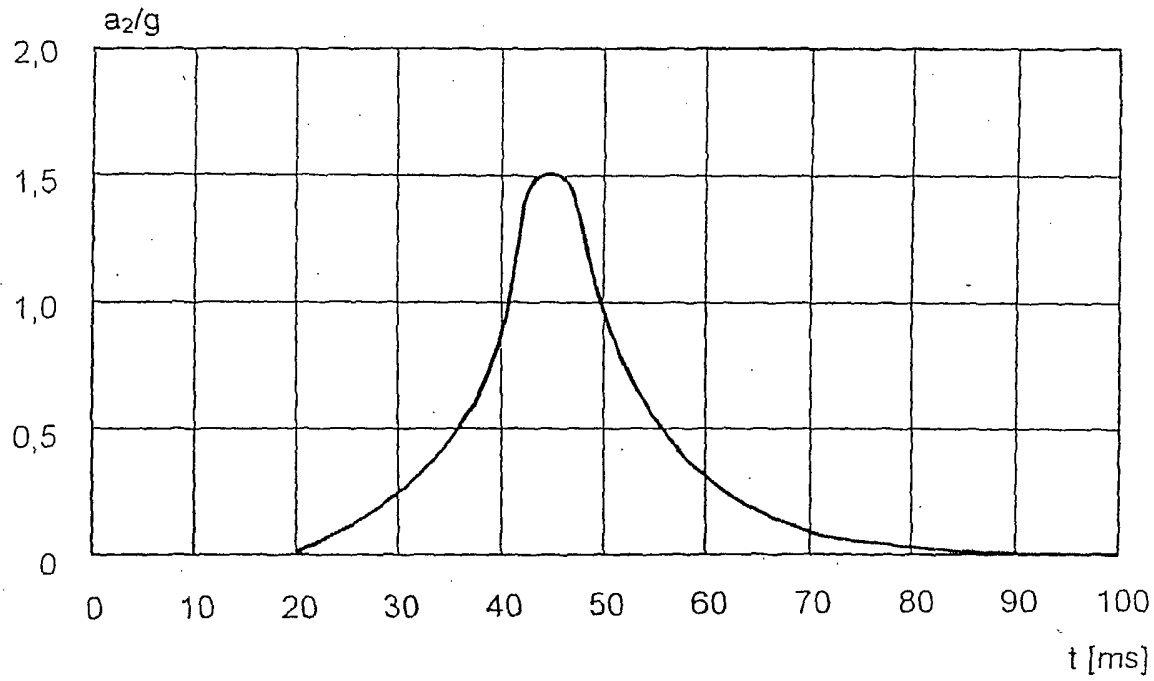


Fig. 16

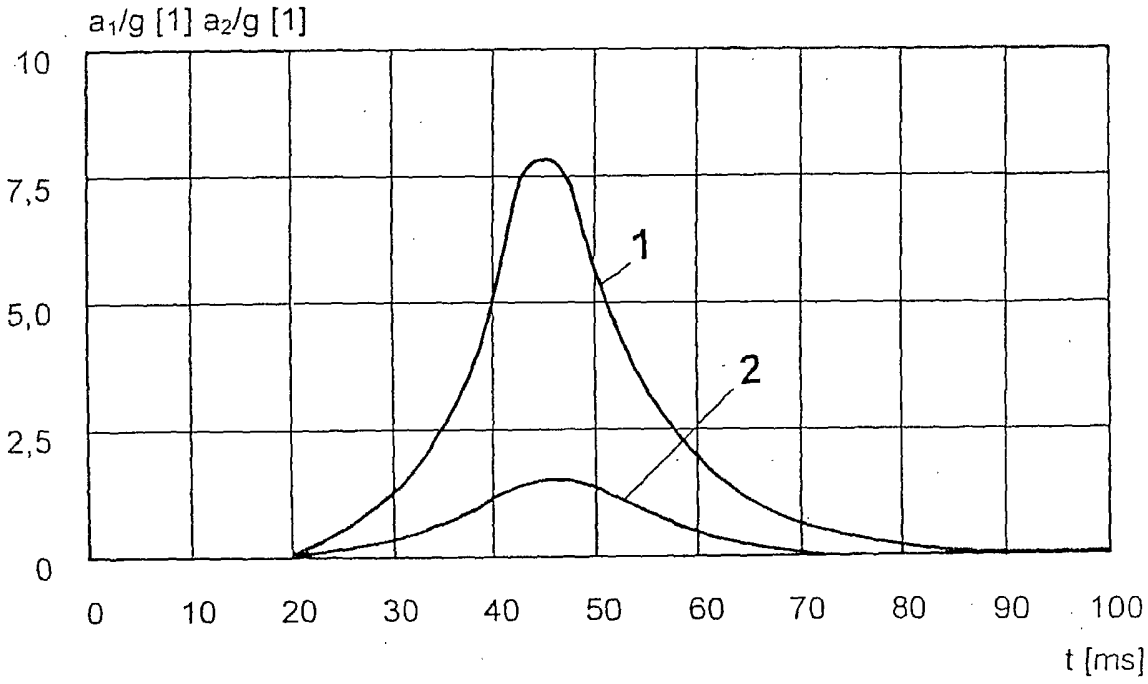


Fig. 17

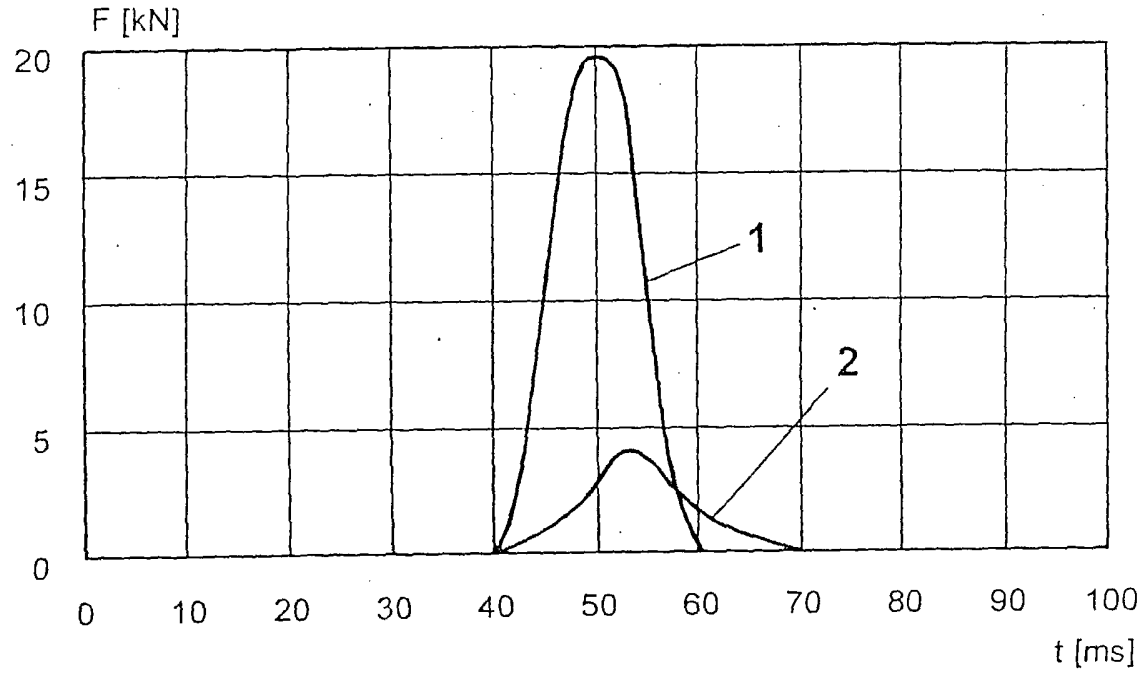


Fig. 18

Fig. 19

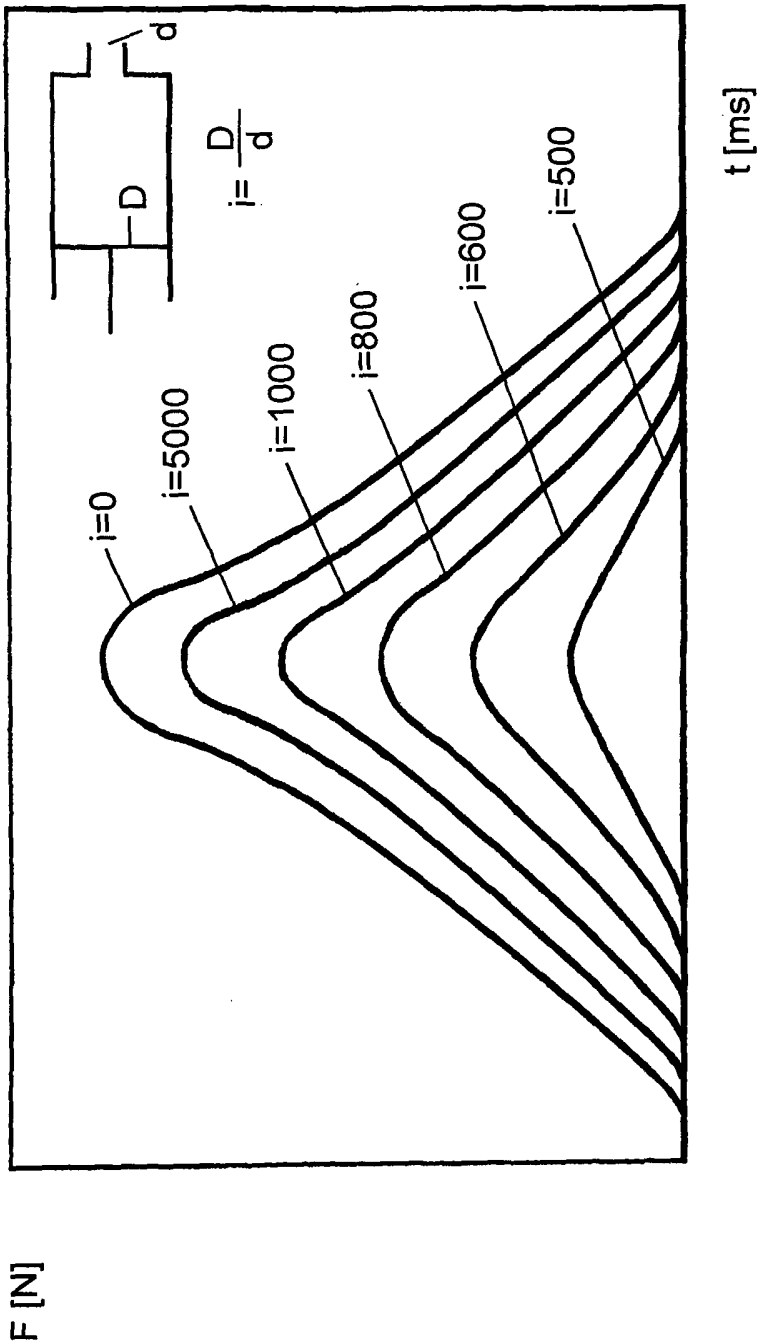
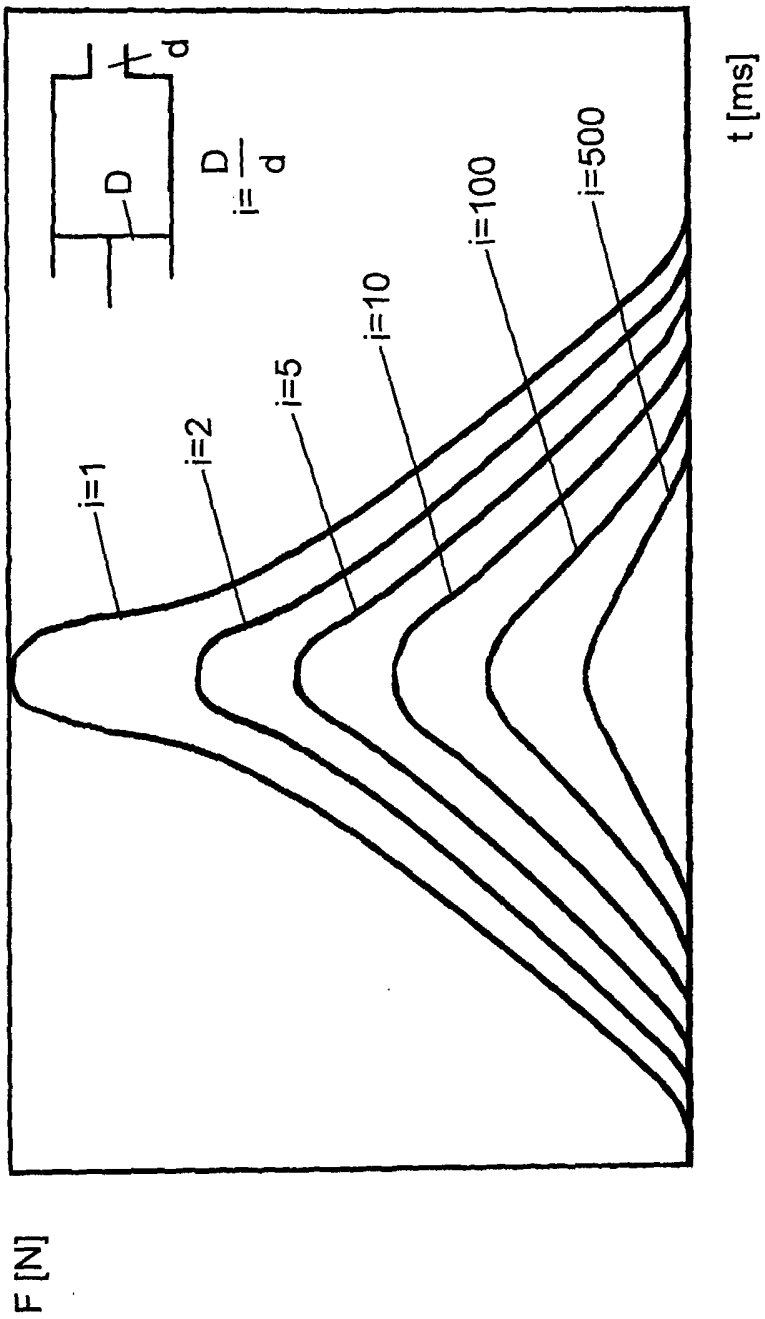


Fig. 20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2005/001043

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F16F7/00 F16F9/10 F16F15/31 F16F7/10 B60R19/32

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)
F16F 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 practical, search terms used)
EPO-Internal, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2004/028864 A (LAGIEWKA, LUCJAN; GUMULA, STANISLAW; PISKORZ, WALDEMAR) 8 April 2004 (2004-04-08) the whole document	1-18,31
X	WO 03/005142 A (CAMBRIDGE UNIVERSITY TECHNICAL SERVICES LTD; SMITH, MALCOLM, CLIVE) 16 January 2003 (2003-01-16) cited in the application claims 8,10; figures 1A,6,7b	1-4
P,X	WO 2004/053352 A (MACRODYNAMIX S.A; LAGIEWKA, LUCJAN; DOBRY, MARIAN, WITALIS) 24 June 2004 (2004-06-24) claim 1; figures	1-4

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

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

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

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

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

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

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

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

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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 November 2005	25 NOV 2005

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Pemberton, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE2005/001043

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 97/17554 A (EUROPEAN COMMUNITY; ALBERTINI, CARLO; MOGILEVSKI, MIKHAIL) 15 May 1997 (1997-05-15) the whole document	19-26, 29,30
X	US 6 412 616 B1 (ALLEN NOEL L ET AL) 2 July 2002 (2002-07-02) abstract; figures	1,19-26, 29,30
X	US 6 352 143 B1 (NIAURA WILLIAM S ET AL) 5 March 2002 (2002-03-05) abstract; figures	1,19-21, 24-26, 29,30
X	DE 39 16 703 A1 (KINGHORST, JUERGEN, 8065 ERDWEG, DE) 29 November 1990 (1990-11-29) abstract; figures	1
X	FR 2 384 160 A (MESSIER HISPANO) 13 October 1978 (1978-10-13) claim 1; figures 1,2	1
X	US 4 286 693 A (SULZER ET AL) 1 September 1981 (1981-09-01) abstract; figures	1
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 219 (M-410), 6 September 1985 (1985-09-06) & JP 60 078130 A (MITSUBISHI JUKOGYO KK), 2 May 1985 (1985-05-02) abstract	1
X	DE 22 22 383 A1 (DR.-ING.H.C.F. PORSCHE KG) 22 November 1973 (1973-11-22) page 3, paragraph 3; figure 2	19-30
A	GB 2 202 920 A (IVAN * GAZELEY) 5 October 1988 (1988-10-05)	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/DE2005 /001043

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

see the Supplemental Sheet

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International application No.
PCT/DE2005 /001043

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, namely

1. Claims 1-18, 31

   device for damping a longitudinally moving body by braking a rotatary body coupled thereto.

   ---

2. Claims 19-30, 32, 33

   device for damping a longitudinally moving body by means of displacement of fluid from a fluid-filled container as a result of the displacement of a piston connected to the body.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/DE2005/001043

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2004028864 A	08-04-2004	AU 2003273198 A1	19-04-2004
		PL 356257 A1	05-04-2004
WO 03005142 A	16-01-2003	EP 1402327 A1	31-03-2004
		JP 2004537009 T	09-12-2004
		US 2005034943 A1	17-02-2005
WO 2004053352 A	24-06-2004	AU 2003291793 A1	30-06-2004
		PL 357620 A1	14-06-2004
WO 9717554 A	15-05-1997	AT 237759 T	15-05-2003
		CA 2236458 A1	15-05-1997
		DE 69627524 D1	22-05-2003
		DE 69627524 T2	06-11-2003
		DK 859919 T3	28-07-2003
		ES 2194118 T3	16-11-2003
		JP 11514727 T	14-12-1999
		PT 859919 T	30-09-2003
		US 6279973 B1	28-08-2001
US 6412616 B1	02-07-2002	NONE	
US 6352143 B1	05-03-2002	AU 3994401 A	17-09-2001
		BR 0109085 A	03-06-2003
		EP 1264120 A1	11-12-2002
		JP 2003526059 T	02-09-2003
		WO 0166969 A1	13-09-2001
DE 3916703 A1	29-11-1990	NONE	
FR 2384160 A	13-10-1978	NONE	
US 4286693 A	01-09-1981	CA 1120504 A1	23-03-1982
		DE 3068391 D1	09-08-1984
		EP 0014521 A1	20-08-1980
		ES 486409 A1	16-05-1980
		JP 55107140 A	16-08-1980
		MX 150229 A	04-04-1984
JP 60078130 A	02-05-1985	NONE	
DE 2222383 A1	22-11-1973	NONE	
GB 2202920 A	05-10-1988	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2005/001043

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
F16F7/00 F16F9/10 F16F15/31 F16F7/10 B60R19/32

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F16F 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, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr Anspruch Nr
X	WO 2004/028864 A (LAGIEWKA, LUCJAN; GUMULA, STANISLAW; PISKORZ, WALDEMAR) 8. April 2004 (2004-04-08) das ganze Dokument	1-18,31
X	WO 03/005142 A (CAMBRIDGE UNIVERSITY TECHNICAL SERVICES LTD; SMITH, MALCOLM, CLIVE) 16. Januar 2003 (2003-01-16) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 8,10; Abbildungen 1A,6,7b	1-4
P,X	WO 2004/053352 A (MACRODYNAMIX S.A; LAGIEWKA, LUCJAN; DOBRY, MARIAN, WITALIS) 24. Juni 2004 (2004-06-24) Anspruch 1; Abbildungen	1-4

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

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

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
17. November 2005	25 NOV 2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31–70) 340–3016	Pemberton, P

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2005/001043

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 97/17554 A (EUROPEAN COMMUNITY; ALBERTINI, CARLO; MOGILEVSKI, MIKHAIL) 15. Mai 1997 (1997-05-15) das ganze Dokument	19-26, 29,30
X	US 6 412 616 B1 (ALLEN NOEL L ET AL) 2. Juli 2002 (2002-07-02) Zusammenfassung; Abbildungen	1,19-26, 29,30
X	US 6 352 143 B1 (NIAURA WILLIAM S ET AL) 5. März 2002 (2002-03-05) Zusammenfassung; Abbildungen	1,19-21, 24-26, 29,30
X	DE 39 16 703 A1 (KINGHORST, JUERGEN, 8065 ERDWEG, DE) 29. November 1990 (1990-11-29) Zusammenfassung; Abbildungen	1
X	FR 2 384 160 A (MESSIER HISPANO) 13. Oktober 1978 (1978-10-13) Anspruch 1; Abbildungen 1,2	1
X	US 4 286 693 A (SULZER ET AL) 1. September 1981 (1981-09-01) Zusammenfassung; Abbildungen	1
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 009, Nr. 219 (M-410), 6. September 1985 (1985-09-06) & JP 60 078130 A (MITSUBISHI JUKOGYO KK), 2. Mai 1985 (1985-05-02) Zusammenfassung	1
X	DE 22 22 383 A1 (DR.-ING.H.C.F. PORSCHE KG) 22. November 1973 (1973-11-22) Seite 3, Absatz 3; Abbildung 2	19-30
A	GB 2 202 920 A (IVAN * GAZELEY) 5. Oktober 1988 (1988-10-05)	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2005/001043

Feld II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen fur bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Anspruche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☒ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechttertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☐ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.

☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

WEITERE ANGABEN **PCT/ISA/** 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-18, 31

   Vorrichtung zum Dämpfen eines längsbewegenden Körpers durch Bremsen eines daran gekoppelten rotatorisch bewegten Körpers

   ---

2. Ansprüche: 19-30, 32, 33

   Vorrichtung zum Dämpfen eines längsbewegenden Körpers durch Verdrängen von Fluid aus einem fluidgefüllten Behältnis durch die Verschiebung eines mit dem Körper verbundenen Kolbens.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2005/001043

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
WO 2004028864	A	08-04-2004	AU	2003273198 A1	19-04-2004
			PL	356257 A1	05-04-2004
WO 03005142	A	16-01-2003	EP	1402327 A1	31-03-2004
			JP	2004537009 T	09-12-2004
			US	2005034943 A1	17-02-2005
WO 2004053352	A	24-06-2004	AU	2003291793 A1	30-06-2004
			PL	357620 A1	14-06-2004
WO 9717554	A	15-05-1997	AT	237759 T	15-05-2003
			CA	2236458 A1	15-05-1997
			DE	69627524 D1	22-05-2003
			DE	69627524 T2	06-11-2003
			DK	859919 T3	28-07-2003
			ES	2194118 T3	16-11-2003
			JP	11514727 T	14-12-1999
			PT	859919 T	30-09-2003
			US	6279973 B1	28-08-2001
US 6412616	B1	02-07-2002	KEINE		
US 6352143	B1	05-03-2002	AU	3994401 A	17-09-2001
			BR	0109085 A	03-06-2003
			EP	1264120 A1	11-12-2002
			JP	2003526059 T	02-09-2003
			WO	0166969 A1	13-09-2001
DE 3916703	A1	29-11-1990	KEINE		
FR 2384160	A	13-10-1978	KEINE		
US 4286693	A	01-09-1981	CA	1120504 A1	23-03-1982
			DE	3068391 D1	09-08-1984
			EP	0014521 A1	20-08-1980
			ES	486409 A1	16-05-1980
			JP	55107140 A	16-08-1980
			MX	150229 A	04-04-1984
JP 60078130	A	02-05-1985	KEINE		
DE 2222383	A1	22-11-1973	KEINE		
GB 2202920	A	05-10-1988	KEINE		