(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
13. Dezember 2007 (13.12.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/140859 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F16F 15/124 (2006.01) *F16D 3/68* (2006.01)
F16D 3/12 (2006.01) *F16C 3/02* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/004326

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Mai 2007 (15.05.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 026 946.2 9. Juni 2006 (09.06.2006) DE
10 2006 046 459.1
29. September 2006 (29.09.2006) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **SGF SÜDDEUTSCHE GELENKSCHEIBEN-FABRIK GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Graslitzer Strasse 14, 84478 Waldkraiburg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **ROTHE, Joachim** [DE/DE]; Am Burgfried 80, 84453 Mühldorf (DE). **JERYE, Steffen** [DE/DE]; Feldstrasse 41, 83527 Haag (DE).

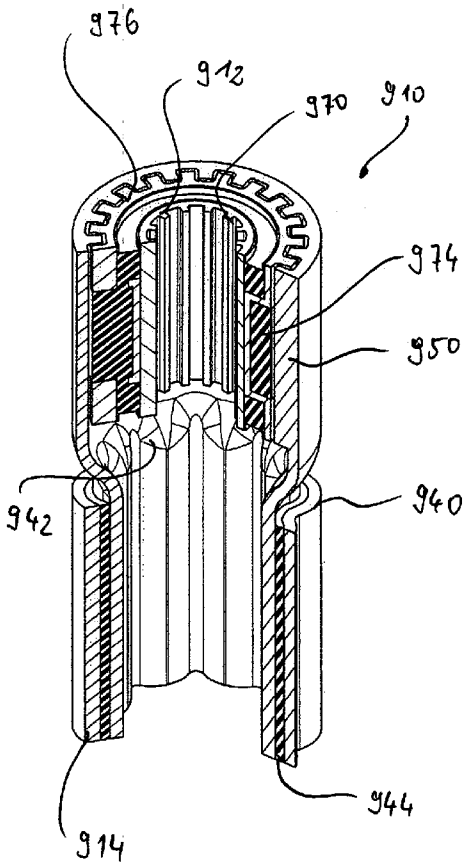
(74) Anwalt: **THUM, Bernhard**; Wuesthoff & Wuesthoff, Schweigerstrasse 2, 81541 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TORQUE TRANSMISSION DEVICE FOR THE LOW VIBRATION TRANSMISSION OF TORQUE VIA AT LEAST ONE SHAFT

(54) Bezeichnung: DREHMOMENTÜBERTRAGUNGSEINRICHTUNG ZUM SCHWINGUNGSREDUZIERTEN ÜBERTRAGEN VON DREHMOMENTEN ÜBER WENIGSTENS EINE WELLE



(57) Abstract: A torque transmission device (910) for low vibration transmission of torque via at least one shaft, with: a drive element (912), and a driven element (914) connected to the drive element (912), with at least one damper arranged between the drive element (912) and the driven element (914) which connects the drive element (912) and the driven element (914) in such a way that they can twist in relation to one another, with the damper having staged, progressive characteristics, with an increase in the relative rotation between the drive element (912) and the driving element (914).

(57) Zusammenfassung: Drehmomentübertragungseinrichtung (910) zum schwingungsreduzierten Übertragen von Drehmomenten über wenigstens eine Welle, mit: einem Antriebselement (912) und einem mit dem Antriebselement (912) verbundenen Abtriebselement (914), wobei zwischen dem Antriebselement (912) und dem Abtriebselement (914) wenigstens eine Dämpfungsanordnung ausgebildet ist, die das Antriebselement (912) mit dem Abtriebselement (914) relativ zueinander verdrehbar miteinander verbindet, wobei die Dämpfungsanordnung mit wachsender Relativwerdrehung zwischen Antriebselement (912) und Abtriebselement (914) eine gestuft progressiv verlaufende Kennung aufweist.

WO 2007/140859 A2

CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, 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, LV, MC, MT, 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:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

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.

Drehmomentübertragungseinrichtung zum schwingungsreduzierten Übertragen von Drehmomenten über wenigstens eine Welle

Fachgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Drehmomentübertragungseinrichtung zum schwingungsreduzierten Übertragen von Drehmomenten über wenigstens eine Welle, mit einem Antriebselement und einem mit dem Antriebselement verbundenen Abtriebselement.

Hintergrund der Erfindung

Drehmomentübertragungseinrichtungen der eingangs erwähnten Art werden beispielsweise im Antriebsstrang eines Kraftfahrzeuges, wie zum Beispiel zwischen der Kardanwelle und dem Getriebe, der Antriebswelle und dem Differential sowie in der Lenksäulenanordnung, eingesetzt. Dabei soll ein Drehmoment möglichst ohne Verluste von einer Welle auf eine andere Welle übertragen werden. Jedoch werden bei einer derart direkten Kopplung der beiden Wellen möglicherweise auftretende Vibrationen sowie Drehschwingungen nur unzureichend abgedämpft, was zu hörbaren Geräuschen in der Fahrgastzelle des Kraftfahrzeuges führt. Aus diesem Grund werden Drehmomentübertragungseinrichtungen mit Dämpfungselementen versehen, die derartige Vibrationen oder Drehschwingungen kompensieren sollen. So kann zum Beispiel zwischen dem Antriebselement und dem Abtriebselement ein zylindrisch ausgebildetes gummielastisches Dämpfungssegment vorgesehen werden, das zwischen dem Antriebselement und dem Abtriebselement eingepasst ist.

Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Drehmomentübertragungseinrichtung vorzusehen, dessen Dämpfungseigenschaften verbessert und auf den jeweiligen Verwendungszweck gezielt abgestimmt werden können.

Zusammenfassung der Erfindung

Zur Lösung der oben genannten Aufgabe sieht die Erfindung eine Drehmomentübertragungseinrichtung zum schwingungsreduzierten Übertragen von Drehmomenten über wenigstens eine Welle vor, mit einem Antriebselement und einem mit dem Abtriebselement verbundenen Abtriebselement, wobei zwischen dem Antriebsele-

ment und dem Abtriebselement wenigstens eine Dämpfungsanordnung ausgebildet ist, die das Antriebselement mit dem Abtriebselement relativ zueinander verdrehbar verbindet, wobei die Dämpfungsanordnung mit wachsender Relativverdrehung zwischen Antriebselement und Abtriebselement eine gestuft progressiv verlaufende Kennung aufweist.

Durch die Ausbildung der Dämpfungsanordnung mit einer gestuft progressiv verlaufenden Kennlinie lässt sich erreichen, dass in einem normalen Betriebsbereich moderater Drehmomentübertragung Drehschwingungen zuverlässig gedämpft werden. Kommt es jedoch zu einer Übertragung sehr großer Drehmomente, so nimmt die Kennlinie einen steilen Verlauf ein, bis schließlich das Drehmoment unmittelbar ohne weitere Schwingungsdämpfung übertragen wird.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass das Antriebselement eine Anschlagformation aufweist und dass das Abtriebselement eine komplementäre Gegenanschlagformation aufweist, wobei die Anschlagformation und die Gegenanschlagformation mit gegenseitigem Radialspiel und Drehspiel ineinander greifen. Dadurch kann erreicht werden, dass zunächst im normalen Betriebsbereich moderater Drehmomentübertragung das Drehspiel von Anschlagformation und Gegenanschlagformationen unter Ausnutzung einer schwingungsdämpfenden Wirkung durchlaufen wird. Sobald das Drehspiel jedoch im Wesentlichen vollständig aufgebraucht ist, kommt es zu einer unmittelbaren Drehmomentübertragung von dem Antriebselement zu dem Abtriebselement. Die Anschlagformation und die Gegenanschlagformation können durch Urformen oder Umformen an dem Antriebselement sowie an dem Abtriebselement ausgebildet werden. Beispielsweise lassen sich rohrförmig ausgebildete Antriebselemente beziehungsweise Abtriebselemente durch Rollumformen mit einer entsprechenden Anschlagformation beziehungsweise Gegenanschlagformation versehen.

Bei einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung kann in diesem Zusammenhang vorgesehen sein, dass die Anschlagformation und die Gegenanschlagformation in Form einer spielbehafteten Keilwellenverzahnung ausgebildet sind. Alternativ hierzu kann ferner vorgesehen sein, dass die Anschlagformation und die Gegenanschlagformation in Form einer spielbehafteten polygonalen Formschlussverbindung ausgebildet sind. In beiden Fällen ist zwischen der Anschlagformation und der Gegenanschlagformation jeweils ein Zwischenraum ausgebildet, der das erforderliche Drehspiel bereitstellt.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass zwischen der Anschlagformation und der Gegenanschlagformation eine komprimierbare Dämpfungsschicht aus Gummimaterial vorgesehen ist. Um ein bestimmtes dynamisches Verhalten dieser Dämpfungsschicht zu erreichen, sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, dass in die Gummischicht eine Fadeneinlage eingebettet ist, welche einer übermäßig starken Deformation entgegenwirkt. Zusätzlich oder alternativ hierzu kann auch vorgesehen sein, dass in die Gummischicht eine Metalleinlage eingebettet ist. Fadeneinlage oder Metalleinlage tragen jeweils zur Progressivität bei.

Gemäß einer weiteren Erfindungsvariante kann die gestuft progressive Kennlinie der erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungseinrichtung dadurch erreicht werden, dass zwischen dem Antriebselement und dem Abtriebselement außerhalb der zusammenwirkenden Anschlagformation und Gegenanschlagformation wenigstens ein gummielastischer Vordämpferkörper vorgesehen ist, der das Antriebselement drehschwingungsdämpfend mit dem Abtriebskörper verbindet. Bei dieser Ausführungsvariante ist vorgesehen, dass sich zunächst der Vordämpferkörper schwingungsreduzierend deformiert, da dieser mit einer geringen Steifigkeit ausgebildet ist. Während der Deformation des Vordämpferkörpers wird ein Drehspiel zwischen der Anschlagformation und der Gegenanschlagformation aufgebraucht. Ist dieses Spiel aufgebraucht, so wirken die Anschlagformation und die Gegenanschlagformation - gegebenenfalls unter Zwischenschaltung einer zwischen diesen vorgesehenen weiteren Dämpfungsschicht – drehmomentübertragend zusammen.

Eine Weiterbildung der Erfindung sieht vor, dass zwischen dem Antriebselement und dem Abtriebselement ein Zwischenelement angeordnet ist, wobei das Zwischenelement rohrförmig ausgebildet und mit dem Antriebselement und dem Abtriebselement unter jeweiliger Zwischenschaltung einer Dämpfungsanordnung verbunden ist. Dies bedeutend, dass bei dieser Ausführungsvariante das Antriebselement und das Abtriebselement nicht unmittelbar miteinander gekoppelt sind, sondern unter Zwischenschaltung des Zwischenelements.

Bei der Ausführungsvariante mit Zwischenelement kann ferner vorgesehen sein, dass das Zwischenelement in axialer Richtung betrachtet hintereinander mit dem Antriebselement und dem Abtriebselement verbunden ist, wobei sich das Antriebselement mit dem Abtriebselement nicht überlappt. Dabei handelt es sich also um eine räumlich serielle Anordnung. Alternativ hierzu können sich die Komponenten An-

triebselement, Abtriebselement und Zwischenelement jedoch auch in axialer Richtung überlappen, um Bauraum einzusparen.

Hinsichtlich einer Anordnung mit Zwischenelement sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, dass das Antriebselement oder/und das Abtriebselement eine Anschlagformation aufweisen und dass das Zwischenelement in seinem jeweiligen mit dem Antriebselement und dem Abtriebselement zusammenwirkenden Bereich eine komplementäre Gegenanschlagformation aufweist, wobei die Anschlagformation und die Gegenanschlagformation jeweils mit gegenseitigem Radialspiel und Drehspiel ineinander greifen. Ferner kann in diesem Zusammenhang erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass das Zwischenelement rohrförmig ausgebildet ist und einenends das Antriebselement sowie anderenends das Abtriebselement in sich aufnimmt.

Häufig stellt sich bei Anordnungen, die Verzahnungen oder dergleichen aufweisen, das Problem, dass bei einer dynamischen Beanspruchung solcher Verzahnungen unerwünschte Verzahnungsgeräusche durch eine Wechselwirkung miteinander in Kontakt tretender Flächen auftreten. Diese Geräusche breiten sich dann in einem Fahrzeug aus und können im Fahrgastraum von Insassen als unangenehm empfunden werden. Um dem Auftreten dieser Geräusche entgegenzuwirken, sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, dass in dem Antriebselement oder/und in dem Abtriebselement oder/und in dem Zwischenelement ein perforierter Gummikörper zur Körperschalldämpfung aufgenommen ist. An den Grenzflächen der Perforationen des Gummikörpers bricht sich der Schall und wird teilweise reflektiert. Es kommt zu Interferenzen und einer wesentlichen Schalldämpfung.

Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass eine Komponente von Antriebselement und Abtriebselement zur Anbringung an einem Wellenende und dass die andere Komponente von Antriebselement und Abtriebselement zur Anbringung an einem Gelenkrohr oder an einem homogenetischen Gelenk oder an einem Kreuzgelenk ausgebildet ist. Die jeweilige Schnittstelle zu dem Wellenende wird in Anpassung an den jeweiligen Einsatzfall ausgeführt.

Eine weitere Ausführungsvariante der Erfindung sieht vor, dass zwischen dem Antriebselement und dem Abtriebselement eine gummielastische Dämpfungsschicht vorgesehen ist, die das Antriebselement mit dem Abtriebselement verbindet, wobei in die Dämpfungsschicht Wälzkörper eingebettet sind. Dabei kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, dass die gummielastische Dämpfungsschicht im Bereich der Wälz-

körper in Umfangsrichtung der Drehmomentübertragungseinrichtung betrachtet ein Spiel zu dem jeweiligen Wälzkörper vorsieht. Im Betrieb wird bei dieser Lösung zunächst die gummielastische Dämpfungsschicht unter verhältnismäßig geringem Widerstand deformiert, bis sich die Wälzkörper an die das Spiel definierenden Grenzflächen der gummielastischen Dämpfungsschicht anlegen. Sodann erfolgt ein Sprung in der Kennlinie. Jede weitere Deformation lässt sich nur unter erheblich größerem Widerstand erreichen, da die Wälzkörper an den Grenzflächen abwälzen und die gummielastische Dämpfungsschicht unter Flächenpressung deformieren. Auch so lässt sich eine gestuft progressive Kennlinie erreichen.

Im modernen Fahrzeugbau wird zunehmend auch mehr Wert auf ein gezieltes Verhalten im Crash-Fall gelegt. So wird in diesem Zusammenhang versucht, den Antriebsstrang teleskopierbar beziehungsweise kollabierbar auszubilden. Dies bedeutet, dass sich der Antriebsstrang infolge einer vorbestimmten axialen Mindestbelastung, welche an sich nur in einer Unfallsituation auf den Antriebsstrang einwirkt, beispielsweise weil der Motorblock infolge eines Frontalaufpralls in dem Fahrzeug nach hinten verschoben wird, axial verkürzen kann. Um dies zu unterstützen, sieht eine Weiterbildung der Erfindung vor, dass das Antriebselement und das Abtriebselement bei Überschreiten einer vorbestimmten Axialkraft in Achsrichtung zueinander teleskopierbar sind. Dadurch kann ein unerwünschtes Ausknicken im Bereich der erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungseinrichtung verhindert werden.

Kurze Beschreibung der Figuren

Die Erfindung wird im Folgenden beispielhaft anhand der beiliegenden Figuren im Hinblick auf eine Mehrzahl von Ausführungsformen beschrieben. Es stellen dar:

Fig.1 eine Längsschnittansicht einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungseinrichtung entsprechend der Schnittlinie I-I aus Fig.2;

Fig.2 eine Seitenansicht von links von Fig.1;

Fig.3 eine zweite erfindungsgemäße Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungseinrichtung in Längsschnittansicht;

Fig.4 die zweite erfindungsgemäße Ausführungsform in einer Seitenansicht von links;

Fig.5 eine dritte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungsrichtung in Schnittansicht gemäß der Schnittlinie V-V aus Fig.6;

Fig.6 eine Seitenansicht der Drehmomentübertragungseinrichtung gemäß Fig.5 von links;

Fig.7 eine vierte Ausführungsform der erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungseinrichtung in Schnittansicht gemäß der Schnittlinie VII-VII aus Fig.8;

Fig.8 eine Seitenansicht der Ausführungsform gemäß Fig.7 von links;

Fig.9 eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform der Drehmomentübertragungseinrichtung in Schnittansicht gemäß der Schnittlinie IX-IX gemäß Fig.10;

Fig.10 eine Seitenansicht der Drehmomentübertragungseinrichtung gemäß Fig.9 von links;

Fig.11 eine Schnittansicht einer weiteren erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungseinrichtung gemäß der Schnittlinie XI-XI aus Fig.12;

Fig.12 eine Seitenansicht von links der Drehmomentübertragungseinrichtung gemäß Fig.11;

Fig.13 eine Schnittansicht gemäß der Schnittlinie XIII-XIII aus Fig.14;

Fig.14 die weitere erfindungsgemäße Drehmomentübertragungseinrichtung gemäß Fig.13 in einer Seitenansicht von links.

Fig.15 eine weitere erfindungsgemäße Drehmomentübertragungseinrichtung im achsenthaltenen Längsschnitt entlang der Schnittlinie XV-XV aus Fig.16;

Fig.16 eine Seitenansicht von links von Fig.15;

Fig.17 eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungseinrichtung im achsenthaltenden Längsschnitt entlang der Schnittlinie XVII-XVII gemäß Fig.18;

Fig.18 die Anordnung gemäß Fig.17 in einer Seitenansicht von links

Fig. 19 bis 30 weitere Ausführungsformen erfindungsgemäßer Drehmomentübertragungseinrichtungen.

Detaillierte Beschreibung der Ausführungsbeispiele

In Fig.1 ist eine erfindungsgemäße Drehmomentübertragungseinrichtung in Längsschnittdarstellung gezeigt und allgemein mit 10 bezeichnet. Diese umfasst ein rohrförmiges Antriebselement 12 sowie ein mit diesem verbundenes Abtriebselement 14. Das Abtriebselement 14 nimmt in seinem rechten Bereich den linken Bereich des Antriebselements 12 in sich auf.

Wie man in Fig.1 und 2 erkennt, sind das Antriebselement 12 und das Abtriebselement 14 in ihrem axialen Überlappungsbereich 16 derart profiliert ausgebildet, dass das Antriebselement 12 Anschlagflächen 18 darbietet und dass das Abtriebselement 14 korrespondierende Gegenanschlagflächen 20 darbietet. Die Anschlagflächen 18 sowie Gegenanschlagflächen 20 bilden über den gesamten Umfang des Antriebselements bzw. des Abtriebselements eine Anschlagformation 40 sowie eine Gegenanschlagformation 42.

Zwischen den Anschlagflächen 18 und den Gegenanschlagflächen 20 ist ein radialer Zwischenraum ausgebildet, der wie folgt gefüllt ist. Zum Einen weist dieser Zwischenraum eine Fadeneinlage 22 auf. Darüber hinaus sind in dem Zwischenraum einzelne in axialer Richtung verlaufende Metallstreifen 24 vorgesehen. Sowohl die Fadeneinlage 22 als auch die Metallstreifen 24 sind in eine Gummilage 26 eingebettet. Dadurch ist das Antriebselement 12 mit dem Abtriebselement derart verbunden, dass in Folge einer Drehmomentübertragung das Antriebselement sich relativ zu dem Abtriebselement um die Längsachse A verdrehen kann. Diese Verdrehung erfolgt zunächst unter Scherbeanspruchung der Gummischicht. Mit zunehmendem Relativverdrehungswinkel nimmt jedoch der Widerstand progressiv zu, da jeder weiteren Verdrehung die Fadeneinlagen 22 entgegenwirkt. Auch die Metallstreifen 24 hemmen eine weitere Relativverdrehung. Schließlich werden im Bereich der Anschlagfläche 18 und der Gegenanschlagfläche 20 jeweils die Fadeneinlage 22 sowie die Gummilage 26 so stark komprimiert, dass im Wesentlichen kein weiteres Nachgeben mehr mög-

lich ist. Die weitere Drehmomentübertragung erfolgt unmittelbar ohne jegliche weitere Relativverdrehung zwischen Antriebselement 12 und Abtriebselement 14.

Dadurch können Drehschwingungen mit progressiver Kennung gedämpft werden, bis es schließlich bei maximalem Relativverdrehungswinkel zwischen Antriebselement 12 und Abtriebselement 14 zu einer unmittelbaren Drehmomentübertragung ohne weitere Vergrößerung des Relativverdrehungswinkels kommt. Es sei angemerkt, dass die freien Enden 28 und 30 der erfindungsgemäßen Drehmomentübertragungseinrichtung 10 gemäß Fig.1 und 2 zur Kopplung zweier Wellenenden, insbesondere zweier Wellenenden einer Kardanwelle nutzbar sind, die vorzugsweise durch Anschweißen angebracht werden.

Ferner erkennt man in Fig.1, dass bei Aufbringen einer hinreichend großen Axialkraft und einer entsprechenden Gegenkraft am Antriebselement 12 und am Abtriebselement 14 diese beiden Elemente teleskopierbar ineinander schiebbar sind, wobei die Verbindung zwischen Antriebselement 12 und Abtriebselement 14 über die Gummilage 26 zerstört wird. Dies ist insbesondere in einer Unfallsituation vorteilhaft, bei der beispielsweise eine Art Kollabieren des Antriebsstrangs erwünscht ist. Insbesondere in Fällen, in denen aufgrund eines Unfalls der Motorblock in das Fahrzeug hineingeschoben wird, ist ein derartiges Kollabieren der Kardanwelle erwünscht, um ein unkontrolliertes Ausknicken oder eine andersartige raumfordernde Deformation zu unterbinden.

Fig.2 zeigt nun eine erfindungsgemäße Abwandlung. Es werden dieselben Bezugszeichen verwendet, wie bei Fig.1, jedoch mit der Ziffer "1" vorangestellt.

Die Ausführungsform gemäß Fig.3 und 4 unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß Fig.1 und 2 im Wesentlichen dadurch, dass sie keine Fadeneinlage enthält. Die Verbindung zwischen dem Antriebselement 112 und dem Abtriebselement 114 erfolgt allein durch die Gummilage 126 und die Metallstreifen 124. Darüber hinaus unterscheidet sich diese Ausführungsform von der ersten Ausführungsform gemäß Fig.1 und 2 dadurch, dass die Anschlagformation 140 und die Gegenanschlagformation 142 nicht durch eine Art Verzahnung realisiert ist, wie in Fig.1 und 2 gezeigt, sondern durch zwei zueinander korrespondierende Polygone, hier Sechsecke, deren zueinander parallele Flächen im Abstand zueinander angeordnet sind, wobei zwischen diesen die Gummilage 126 und der Metallstreifen 124 angeordnet sind.

Das Verhalten im Betrieb ist jedoch ähnlich, wie vorstehend bereits beschrieben. Auch hier erfolgt eine Relativverdrehung mit progressiver Kennlinie, bis es schließlich zu einem Zustand maximaler Kompression kommt, in dem im Wesentlichen keine weitere Relativverdrehung mehr möglich ist.

Auch die Anordnung gemäß Fig.3 und 4 lässt sich beispielsweise durch Verschweißen mit zwei Wellenenden an einer Welle zur Schwingungsreduktion anbringen.

Eine weitere Ausführungsform gemäß Fig.5 und 6 wird wiederum unter Verwendung derselben Bezugszeichen beschrieben, jedoch mit der Ziffer "2" vorangestellt. Bei dieser Ausführungsform überlappen sich das Antriebselement 212 und das Abtriebselement 214 in einem größeren axialen Bereich 216. Dieser axiale Bereich 216 ist aufteilbar in einen ersten axialen Teilbereich 232 und einen zweiten axialen Teilbereich 234. In dem ersten axialen Teilbereich 232 sind das Antriebselement 212 und das Abtriebselement 214 jeweils kreiszylindrisch ausgebildet. Sie sind in einem beträchtlichen Abstand zueinander angeordnet, das heißt sie schließen einen verhältnismäßig breiten Ringspalt miteinander ein. In diesem Ringspalt sind zwei Gummilagen 236 und 238 angebracht, die das Antriebselement 212 mit dem Abtriebselement 214 verbinden.

In dem zweiten axialen Teilbereich 234 ist das Antriebselement 212 über seinen Umfang hinweg gewellt ausgebildet, so dass es eine Anschlagformation 240 ausbildet. Gleichermaßen ist das Abtriebselement 214 in dessen Innenraum mit einer korrespondierenden welligen Kontur ausgebildet, so dass es eine Gegenanschlagformation 242 bildet. Die Anschlagformation 240 und die Gegenanschlagformation 242 sind zueinander komplementär ausgebildet, das heißt, sie greifen ineinander ein, wobei zwischen diesen ein umlaufender Zwischenraum ausgebildet ist. Dieser Zwischenraum ist mit einer Gummilage 244 gefüllt.

Der axiale Teilbereich 232 bildet einen Vordämpfer, wohingegen der axiale Teilbereich 234 einen Hauptdämpfer bildet. Im Betrieb wird zunächst der Vordämpfer im Teilbereich 232 tordiert, so dass sich bei einer Drehmomentübertragung das Antriebselement 212 relativ zu dem Abtriebselement 214 um die Längsachse A verdrehen kann. Der Hauptdämpfer weist hierfür ein entsprechendes Spiel Drehspiel auf. Die Steifigkeit des Vordämpfers ist relativ gering. Ist das in dem Hauptdämpfer im axialen Bereich 234 vorgesehene Spiel aufgebraucht, so kann jede weitere Relativverdrehung zwischen dem Antriebsteil 212 und dem Abtriebsteil 214 nur noch unter

Torsions-Deformation sowohl des Vordämpfers als auch des Hauptdämpfers in beiden axialen Teilbereichen 232 und 234 erfolgen. So kommt es wiederum zu einer gestuften progressiven Kennlinie bei der Dämpfung von Drehschwingungen.

Es sei angemerkt, dass die Anschlagformation 240 und die Gegenanschlagformation 242 bei dem in Fig.5 und 6 gezeigten Ausführungsbeispiel, aber ebenso bei den vorangehend beschriebenen und im Folgenden noch zu erläuternden Ausführungsbeispielen durch Rollumformen hergestellt werden können.

Eine weitere Ausführungsform gemäß Fig.7 und 8 wird wiederum unter Verwendung der vorangehend bereits benutzten Bezugszeichen beschrieben, jedoch mit der Ziffer "3" vorangestellt.

Die Ausführungsform gemäß Fig.7 und 8 unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß Fig.5 und 6 im Wesentlichen darin, dass der Hauptdämpfer und der Vordämpfer nicht axial nebeneinander angeordnet sind, sondern dass die beiden Dämpfer axial überlappend zueinander angeordnet sind. Dadurch lassen sich die beiden axialen Bereiche 232 und 234 in dem erheblich kleineren axialen Bereich 316 unterbringen. Man erkennt, dass hierfür das Antriebselement 312 mehrteilig ausgebildet ist, nämlich mit einem äußeren Element 344 und einem inneren Element 346. Diese beiden sind an ihrem Kontaktbereich bei 348 miteinander verschweißt. Das äußere Teil 344 weist die Anschlagformation 340 auf, wohingegen das innere Teil 346 in dem axialen Bereich 316 im Wesentlichen kreiszylindrisch ausgebildet ist. Das Abtriebselement 314 ist als Gussteil ausgeführt und zur Anbringung an einem Kreuzgelenk an seinem in Fig.7 linken Ende 330 entsprechend gestaltet. Im axialen Bereich 316 weist das Abtriebselement 314 einen im Wesentlichen kreiszylindrischen Innenumfang auf, wohingegen der Außenumfangsbereich mit einer entsprechenden Gegenanschlagformation 342 versehen ist. Man erkennt, dass zwischen dem Innenteil 346 und der kreiszylindrischen Innenumfangsfläche des Abtriebselements 314 die beiden Gummikörper 336 und 338 des Vordämpfers angeordnet sind. Zwischen der Anschlagformation 340 und der Gegenanschlagformation 342 ist eine Gummischicht 344 des Hauptdämpfers angebracht.

Die Anordnung verhält sich so, wie mit Bezug auf Fig.5 und 6 beschrieben, das heißt sie zeigt eine gestuft progressiv verlaufende Kennlinie bei der Dämpfung von Torsionsschwingungen.

Auch diese Anordnung ist im Crashfall in Richtung der Längsachse A bei Überschreiten einer vorbestimmten Kraft destruktiv teleskopierbar, wobei sich das Abtriebselement 314 unter Aufbrechen der durch die beiden Gummikörper 336 und 338 sowie die Gummilage 344 gebildeten Verbindungen in das Antriebselement 312 einschiebt. Dadurch kann die Länge des Antriebsstrangs gezielt reduziert werden.

Ein weiteres erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel gemäß Fig.9 und 10 wird wiederum unter Verwendung der in den vorangehend beschriebenen Ausführungsbeispielen benutzten Bezugszeichen beschrieben, jedoch mit der Ziffer "4" vorangestellt.

Die Besonderheit dieser Ausführungsform liegt darin, dass das Antriebselement 412 und das Abtriebselement 414 über ein Zwischenelement 450 miteinander verbunden werden. Das Antriebselement 412 ist wieder mit einer Anschlagformation 440 versehen. Gleichermaßen ist das Zwischenelement 450 in dem axialen Bereich 452 mit einer korrespondierenden Gegenanschlagformation 442 versehen. Zwischen diesen ist eine Gummilage 444 ausgebildet, die den Hauptdämpfer bildet. In dem axialen Teilbereich 454 sind das Zwischenelement 450 und das Abtriebselement 414 über eine Gummischicht 456 geringerer Steife mit Metalleinlage 458 verbunden. Ferner sei darauf hingewiesen, dass das Zwischenelement 450 mit dem Abtriebselement 414 in einem axialen Teilbereich 460 durch eine Verzahnung 462 mit Spiel in Umfangsrichtung verbunden ist.

Auch die Drehmomentübertragungseinrichtung 410 zeigt eine gestuft progressive Kennlinie. Zunächst kommt es zu einer Relativverdrehung zwischen dem Zwischenelement 450 und dem Abtriebselement 414 im Bereich der Gummilage 456 verhältnismäßig geringer Steife. Schließlich wird in Folge dieser Relativverdrehung das Spiel in der Verzahnung 462 aufgebraucht. Die Gummischicht 444 lässt dann nur noch mit erheblich steilerer Kennlinie eine Relativverdrehung zwischen dem Zwischenelement 450 und dem Antriebselement 412 zu, bis schließlich in der Gummischicht 444 ein Zustand maximaler Kompression eintritt, so dass eine Drehmomentübertragung über die Anschlagformation 440 und die Gegenanschlagformation 442 stattfindet.

Auch die Anordnung gemäß Fig.9 und 10 ist im Crash-Fall teleskopierbar, wobei das Antriebselement 412 und das Abtriebselement 414 jeweils teleskopartig ineinander und in das Zwischenelement 450 eingeschoben werden können.

Es sei ergänzend erwähnt, dass die Anschlagformation 440 und die Gegenanschlagformation 442 wieder durch korrespondierende Polygonflächen erreicht werden, wie in Fig.10 gezeigt.

Schließlich sei angemerkt, dass die Ausführungsform gemäß Fig.9 und 10 zur Anbringung an einer Kardanwelle durch Verschweißen der beiden Enden 428 und 430 mit korrespondierenden Wellenenden ausgebildet ist.

Die Ausführungsform gemäß Fig.11 und 12 unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß Fig.9 und 10 lediglich dadurch, dass das Abtriebselement 514 als Gelenkbolzen für ein homogenetisches Gelenk ausgebildet ist.

Die Ausführungsform gemäß Fig.13 und 14 unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß Fig.9 und 10 im Wesentlichen in zwei Aspekten. Zum Einen ist das Ende des Abtriebselements 614 zur Anbringung an einem Kreuzgelenk ausgebildet. Zum Anderen ist in dem axialen Bereich 660 innerhalb des hohl ausgebildeten Abtriebselements 614 ein Gummikörper 665 angeordnet, der Perforationen in axialer Richtung und quer hierzu aufweist. Dieser Gummikörper 665 dient zur akustischen Abkopplung von Verzahnungsgeräuschen an der Verzahnung 662. Die in Folge der Wechselwirkung der Verzahnungsflächen der Verzahnung 662 auftretenden Verzahnungsgeräusche treten als Körperschall in den Gummikörper 665 ein. An den Grenzflächen der in Achsrichtung sowie quer hierzu verlaufenden Kanäle bricht sich der Körperschall und wird reflektiert. Dadurch kommt es zu Interferenzen und zu einer Dämpfung des auftretenden Schalls, so dass die Verzahnungsgeräusche in ihrer Intensität geschwächt werden.

In der Ausführungsform gemäß Fig.15 und 16 wird die gestuft progressive Kennlinie nicht durch Vordämpfer und Hauptdämpfer erreicht, sondern durch den Einsatz von Wälzkörpern. Die Drehmomentübertragungseinrichtung 710 weist ein Antriebselement 712 und ein Abtriebselement 714 auf. Das Abtriebselement 714 ist mit einer Innenverzahnung versehen und innerhalb des rohrförmigen Antriebselements 712 angeordnet. Das Antriebselement 712 und das Abtriebselement 714 sind durch eine in einem Ringszwischenraum zwischen diesen ausgebildete und an diesen anvulkanisierte Gummilage 726 miteinander verbunden. In die Gummilage 726 sind Wälzrollen 760 eingebettet. Es ist festzustellen, dass die Wälzrollen in Umfangsrichtung nicht unmittelbar an der Gummilage 726 anliegen. Vielmehr ist in Umfangsrichtung ein luftgefülltes sichelförmiges Spiel 762 bzw. 764 beidseits der Rollen 760 vorgesehen.

Die axiale Position des Abtriebselements 714 relativ zu dem Antriebselement 712 wird durch Haltebleche 766 und 768 gesichert, die unter Presssitz in das rohrförmige Antriebselement 712 eingepresst sind.

Das Antriebselement 712 lässt sich an seinem Ende 728 mit einer Welle verschweißen. Das Abtriebselement lässt sich über eine Zahnformation 770 mit einem korrespondierend verzahnten Wellenabschnitt verbinden.

Im Betrieb kommt es zunächst zu einer Relativverdrehung von Antriebselement 712 und Abtriebselement 714, wobei die Gummilage 726 verformt wird. Dabei werden auch die sichelförmigen Zwischenräume 762 und 764 deformiert. Eine solche Relativverdrehung erfolgt unter verhältnismäßig geringem Widerstand. Schließlich kommt es jedoch zur Anlage der Rollen 760 an den die sichelförmigen Zwischenräume 762 und 764 definierenden Grenzflächen der Gummilage 726. Sobald es zu einer solchen Anlage gekommen ist, wird eine Deformation erheblich erschwert, da der Gummi durch Flächenpressung deformiert werden muss. Es wird also eine gestuft progressive Kennlinie im Rahmen der Relativverdrehung von Antriebselement 712 und Abtriebselement 714 erreicht.

Ferner ist auch die vorstehend schon mehrfach beschriebene Crash-Funktion gegeben. Kommt es zu einer axialen Belastung der Drehmomentübertragungseinrichtung 710, wobei eine bestimmte Mindestkraft überschritten wird, so werden die Haltebleche 766 unter Aufhebung ihres Presssitzes aus dem Antriebselement 712 herausgeschoben, so dass sich das Abtriebselement 714 unter Zerstörung der Gummilage 726 relativ zu dem Antriebselement 712 verlagern lässt. Dadurch lässt sich, wie bereits beschrieben, ein teleskopartiges Kollabieren des Antriebsstrangs erreichen.

Die Ausführungsform gemäß Fig.17 und 18 unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß Fig.15 und 16 lediglich darin, dass die Rollen 760 durch in Reihe angeordnete kugelförmige Wälzkörper 860 ersetzt wurden, die jedoch in entsprechender Weise unter Ausbildung von sichelförmigen Zwischenräumen 862 und 864 beidseits der Wälzkörper 860 in Umfangsrichtung in der Gummilage 826 eingebettet sind. Der übrige Aufbau sowie die Funktionsweise sind identisch zu der Beschreibung mit Bezug auf Fig.15 und 16.

Figuren 19 und 20 zeigen eine weitere erfindungsgemäße Ausführungsform einer Drehmomentübertragungseinrichtung 910, wobei Figur 19 eine perspektivische Gesamtansicht und Figur 20 eine aufgebrochene Darstellung zeigt.

Ein Antriebselement 912 ist mit einer Innenverzahnung 970 versehen, mit der es an eine Welle gekoppelt werden kann. An den Außenumfang des Antriebselements 912 ist eine schwingungsdämpfende Gummischicht 974 anvulkanisiert, in die eine Metalleinlage 976 eingebettet ist. Die Gummischicht 974 ist ferner an den Innenumfang eines Zwischenelements 950 anvulkanisiert. Das Zwischenelement 950 und die Metalleinlage 976 stehen über ineinander greifende Verzahnungen 972 und 978 mit Drehspiel in Eingriff, sind jedoch im Rahmen des Drehspiels relativ zueinander verdrehbar.

Das Zwischenelement 950 erstreckt sich aus dem axialen Teilbereich 932, in dem es das Antriebselement 912 in sich aufnimmt, in einen axialen Teilbereich 934, in dem es von einem Abtriebselement 914 aufgenommen ist. In dem axialen Teilbereich 934 sind Zwischenelement 950 und Abtriebselement 914 mit einer Anschlagformation 940 und einer Gegenanschlagformation 942 ausgebildet. In dem axialen Teilbereich 934 ist zwischen dem Zwischenelement 950 und dem Abtriebselement 914 eine gummielastische Dämpfungsschicht 944 vorgesehen. In dem axialen Teilbereich 932 ist demnach der Vordämpfer angeordnet, wohingegen in dem axialen Teilbereich 934 der Hauptdämpfer ausgebildet ist. Die Funktionsweise ist vergleichbar mit der Funktionsweise des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 9 und 10, wobei der Aufbau noch kompakter ist.

Die Ausführungsform gemäß der Figuren 21 und 22 unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß der Figuren 19 und 20 lediglich darin, dass das dortige Abtriebselement 914a nicht gewellt sondern mit einem kreiszylindrischen Außenumfang ausgebildet ist. Der übrige Aufbau ist identisch. Die Funktionsweise ist vergleichbar mit der Funktionsweise des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 9 und 10, wobei der Aufbau noch kompakter ist.

Die Ausführungsform gemäß der Figuren 23 und 24 unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß der Figuren 19 und 20 lediglich darin, dass der axiale Bereich 934b sowohl am Zwischenelement 950b als auch am Abtriebselement 914 kreiszylindrisch ohne Anschlagformation und Gegenanschlagformation ausgebildet ist. Der übrige Aufbau ist identisch. Die Funktionsweise ist vergleichbar mit der Funktionswei-

se des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 9 und 10, wobei der Aufbau noch kompakter ist.

Die Ausführungsform gemäß der Figuren 25 und 26 unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß der Figuren 23 und 24 lediglich darin, dass der axiale Bereich 934c mit reduziertem Durchmesser ausgebildet ist. Der übrige Aufbau ist identisch. Die Funktionsweise ist vergleichbar mit der Funktionsweise des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 9 und 10, wobei der Aufbau noch kompakter ist.

In der Fig. 27 bis Fig. 30 sind vier weitere Ausführungsformen einer Drehmomentübertragungseinrichtung dargestellt. In sämtlichen der Darstellungen 27 bis 30 weisen die letzten drei Ziffern der Bezugszeichen auf identische oder hinsichtlich ihrer Funktion ähnliche Bauteile der hier beschriebenen Drehmomentübertragungseinrichtungen hin. Die erste Ziffer zeigt die jeweilige Ausführungsform an. Die linke Abbildung in der Fig. 27 bis Fig. 30 stellt jeweils eine perspektivische Ansicht der Drehmomentübertragungseinrichtungen dar, während die rechte Abbildung teilweise geschnittene Ansichten derselben zeigen. Im Anschluss an die Beschreibung der Bauteile der jeweiligen Ausführungsformen folgt eine kurze Beschreibung der Funktionsweise derselben.

Die Drehmomentübertragungseinrichtung 1000 der Fig. 27 umfasst ein zylindrisch ausgebildetes Antriebselement 1100 und ein koaxial dazu angeordnetes zylindrisch ausgebildetes Abtriebselement 1200, die um eine gemeinsame Drehachse drehbar sind. Ferner weist das Antriebselement 1100 in radialer Richtung nach außen verlaufende Vorsprünge (drei radiale Rippen sind gezeigt) 1300 auf, die zu gleichen Winkelabständen entlang des Umfanges des Antriebselements 1100 angeordnet sind und formschlüssig an der radial innenliegenden Oberfläche des Abtriebselements 1200 anliegen. Ein Zwischenelement 1400 ist um die Drehachse drehbeweglich zwischen dem Antriebselement 1100 und dem Abtriebselement 1200 vorgesehen. Bei der in Fig. 27 dargestellten Ausführungsform sind drei Zwischenelemente 1400 nahezu äquidistant in Umfangsrichtung angeordnet.

Das Zwischenelement 1400 bestimmt zwischen dem Antriebselement 1100 und dem Abtriebselement 1200 kreisbogenförmige Zwischenräume 1920, 1930, in denen elastische Gummiteile 1920a, 1930a untergebracht sind. Das Zwischenelement 1400 ist als gekrümmtes H-förmiges Profil ausgebildet und besitzt eine Länge von ungefähr $\pi/2$. Ferner ist ein Zwischenraum 1900 zwischen den Enden des Zwischenelements

1400 und den in radialer Richtung nach außen verlaufenden Vorsprüngen 1300 des Antriebselements 1100 bestimmt. Überdies sind radial nach innen hervorstehende Anschläge 1500 an dem Abtriebselement 1200innerhalb des Zwischenraumes 1920 angeordnet, die die Drehbeweglichkeit des Zwischenelements 1400 begrenzen. Vorzugsweise wird die Drehbeweglichkeit des Zwischenelements 1400 auf 1-3° begrenzt.

Wie in der rechten Abbildung der Fig. 27 zu sehen ist füllen die Gummiteile 1920a, 1930a die Zwischenräume 1920, 1930 vollständig aus. Eine vollständige Ausfüllung dieser Zwischenräume 1920, 1930 ist jedoch nicht notwendig. Von Bedeutung ist nur, dass die Gummiteile 1920a, 1930a das Zwischenteil 1400 jeweils mit dem Antriebselement 1100 und dem Abtriebselement 1200 koppeln. Zu diesem Zweck liegt das Gummiteil 1920a reibschlüssig an dem Zwischenelement 1400 im Bereich des Zwischenraumes 1920 und an dem Abtriebselement 1200 an, und das Gummiteil 1930a liegt reibschlüssig an dem Zwischenelement 1400 im Bereich des Zwischenraumes 1930 und an dem Antriebselement 1100 an. Bei dieser Ausführungsform ist die Härte des Gummiteils 1930a kleiner als die des Gummiteils 1920a.

Wird nun das Antriebselement 1100 an einer nicht dargestellten Welle angebracht, so wird die Drehbewegung der Welle mit Hilfe der Drehmomentübertragungseinrichtung 1000 auf eine an das Abtriebselement 1200 angebrachte Nabe (nicht dargestellt) übertragen. Bei der Übertragung der Drehbewegung verschiebt sich zunächst das Antriebselement 1100 relativ zu dem Abtriebselement 1200. Bei dieser Relativbewegung wird das Gummiteil 1930a so lange geschert (tordiert), bis der Vorsprung 1300 an das Zwischenteil 1400 anstößt. Gleichzeitig unterliegt das Gummiteil 1920a einer Scherung. In dem Fall, dass die Härte (Schervermögen) des Gummiteils 1930a deutlich geringer als die Härte des Gummiteils 1920a ist, kann es passieren, dass der Vorsprung 1300 an dem Zwischenteil 1400 anstößt, bevor das Gummiteil 1920a eine signifikante Scherung erfahren hat. Liegt der Vorsprung 1300 nun am Zwischenteil 1400 an und wird das Antriebselement 1100, und somit der Vorsprung 1300, weiter relativ zu dem Abtriebselement 1200 gedreht, so bleibt das Ausmaß der Scherung des Gummiteils 1930a unverändert, d. h. die Scherung des Gummiteils 1930a wird "eingefroren". Das Gummiteil 1920a wird solange weiter geschert, bis das Ende des H-förmigen Zwischenteils 1400 an den Anschlag 1500 anstößt.

Im Unterschied zu der in Fig. 27 dargestellten Ausführungsform weist die in Fig. 28 dargestellte Drehmomentübertragungseinrichtung 2000 im Wesentlichen den glei-

chen Aufbau auf, allerdings mit dem Unterschied, dass die axiale Breite (Dicke) des Gummiteils 2920a (entspricht dem Gummiteil 1920a der Fig. 22) erhöht und hier gleich der axialen Breite (Dicke) des Gummiteils 2930a (entspricht dem Gummiteil 1930a der Fig. 27) ist. Durch die Veränderung der Breite des Gummiteils 2920a wird dadurch dessen Schervermögen (Widerstand gegenüber einer Scherung) verringert. Somit erfährt das Gummiteil 2920a bei der Drehbewegung des Antriebselements 2100 und des Zwischenteils 2400 eine höhere Torsion (Scherung) als das entsprechende Gummiteil 1920a der Fig. 27.

Durch gezielte Auswahl der Härte der Gummiteile 1920a, 1930a, 2920a, 2930a sowie deren Breite (Form, Geometrie) kann das Torsionsverhalten der Drehmomentübertragungseinrichtung 1000, 2000 gezielt beeinflusst werden. Da das Gummiteil 1930a, 2930a den Verlauf der Torsionskennlinie im Bereich des Nullpunktdurchganges bestimmt, und dieser möglichst flach gehalten werden soll und deshalb ein relativ weiches Material für die Gummiteile 1930a, 2930a verwendet wird, bestimmt die Härte der Gummiteile 1920a, 2920a den Bereich der Torsionskennlinie bei größeren Drehwinkeln. Durch Auswahl einer bestimmten Härte für die Gummiteile 1920a, 2920a kann ein entsprechend progressiver Verlauf der Torsionskennlinie erzielt werden.

Im Unterschied zu den voranstehend beschriebenen Ausführungsformen der Fig. 27 und der Fig. 28 zeigt die in Fig. 29 dargestellte Ausführungsform ein Zwischenteil 3400, das zu einer geschlossenen Ringform ausgebildet ist. Das Zwischenteil 3400 weist in radialer Richtung nach innen verlaufende Vorsprünge 3420 auf, die mit den in radialer Richtung nach außen verlaufenden Vorsprüngen 3300 des Antriebselements 3100 in Eingriff bringbar sind. So ist in der Fig. 29 zu erkennen, dass jeweils zwei Vorsprünge 3420 des Zwischenteils 3400 in Umfangsrichtung benachbart einem Vorsprung 3300 des Antriebselements 3100 angeordnet sind. Die Vorsprünge 3300 sind in gleichmäßigen Winkelabständen zueinander entlang des Umfanges des Antriebsteils 3100 angeordnet. Bezugnehmend auf die rechte Abbildung der Fig. 29 ist ein inneres Gummiteil 3930a zwischen dem Zwischenteil 3400 und dem Antriebsteil 3100 reibschlüssig eingepasst. Die Ausführungsform der Fig. 29 umfasst drei Gummiteile 3930a, die in drei bogenförmig ausgebildeten Zwischenräumen 3930 eingepasst sind. Das äußere Gummiteil 3920a ist geschlossen ringförmig ausgebildet und in dem geschlossenen zylindrischen Zwischenraum 3920 zwischen dem Abtriebselement 3200 und dem Zwischenteil 3400 reibschlüssig untergebracht.

Wird das Antriebselement 3100 relativ zu dem Abtriebselement 3200 gedreht, so werden beide Gummiteile 3920a, 3930a geschert. Sobald die Vorsprünge 3300 an die Vorsprünge 3420 anstoßen, wird der Scherzustand des Gummiteils 3930a „eingefroren". Bei weiter anhaltender Drehung des Antriebselements 3100 wird nunmehr das Gummiteil 3920a weiter geschert, bis der Scherwiderstand des Gummiteils 3920a überwunden ist und das Abtriebselement 3200 in Drehung versetzt wird. Auch hier kann durch gezielte Auswahl der Härte der Gummiteile 3920a, 3930a sowie deren Breite (Dicke) das Torsionsverhalten (Torsionskennlinie) der Drehmomentübertragungseinrichtung 3000 gezielt beeinflusst werden.

Im Unterschied zu der in Fig. 29 gezeigten Ausführungsform weist die Ausführungsform der Fig. 30 ein geschlossen ausgebildetes Zwischenteil 4400 auf, das in verzahnenden Eingriff mit einem Antriebselement 4100a, 4100b treten kann. Das Antriebselement umfasst ein außen als Sechskant und innen zylindrisch ausgebildetes Element 4100a. An den axialen Enden des Elements 4100a sind ringförmig geschlossene Elemente 4100b angebracht. Die Elemente 4100b weisen an ihrem radial äußeren Umfang Vorsprünge 4300 auf, die in gleichen Winkelabständen angeordnet sind. Der in Fig. 30 dargestellte Sechskant dient zur leichteren Montage der stirnseitigen Endelemente 4100b. Dadurch, dass das Antriebselement in relativ kurzen Abständen äquidistant in Umfangsrichtung angeordnete Vorsprünge 4300 aufweist, ist das Gummiteil 4930a, welches das Antriebsteil 4100 reibschlüssig mit dem Zwischenteil 4400 koppelt, axial mittig in einem ringförmig geschlossenen Hohlraum 4920 der Drehmomentübertragungseinrichtung 4400 angeordnet (siehe rechte Abbildung der Figur 30). Das Gummiteil 4920a ist in einem geschlossen zylindrisch ausgebildeten Zwischenraum 4920 zwischen dem Abtriebselement 4200 und dem Zwischenteil 4400 untergebracht.

Wie in der rechten Abbildung der Fig. 30 zu erkennen ist, besitzen die Gummiteile 4920a, 4930a unterschiedliche Breiten. Ferner ist der Reibschlusskontakt des Gummiteils 4920a mit dem Zwischenteil 4400 größer als der des Gummiteils 4930a. Auch bei der in Fig. 30 dargestellten Ausführungsform bestimmt die Scherwirkung des Gummiteils 4930a den Verlauf der Torsionskennlinie im Bereich des Nullpunktdurchgangs, während das relativ dünn ausgebildete Gummiteil 4920a eine progressiv verlaufende Torsionskennlinie bei höheren Drehwinkeln ermöglicht.

Die Erfindung gemäß Figuren 27 bis 30 beruht darauf, dass die Gummiteile 1920a, 1930a – 4920a, 4930a das Zwischenteil 1400 – 4400 in Drehrichtung des Antriebs-

elements 1100 – 4100 und des Abtriebselements 1200 – 4400 federelastisch koppeln. Des weiteren können die Gummiteile 1920a, 1930a – 4920a, 4930a das Antriebs- und das Abtriebselement in radialer Richtung federelastisch mit dem Zwischenteil koppeln.

Ferner kann die Funktion des Antriebselements mit der Funktion des Abtriebselements vertauscht werden, d.h. das hier beschriebene Antriebselement wird zu einem Abtriebselement und das hier beschriebene Abtriebselement wird zu einem Antriebselement.

Überdies ist es denkbar, dass die federelastische Funktion der Gummiteile 1920a, 1930a – 4920a, 4930a durch andere Federkörper realisiert werden kann, beispielsweise durch Schraubenfedern, ebene Spiralfedern etc.

Bei sämtlichen der hier beschriebenen Ausführungsformen gemäß Figuren 27 bis 30 kann das Antriebselement 1100 - 4100, das Abtriebselement 1200 - 4200 sowie das Zwischenteil 1400 - 4400 aus einem Metall, beispielsweise Aluminium, oder einem Kunststoff hergestellt sein. Für die Gummiteile 1920a, 1930a – 4920a, 4930a wird bevorzugt Gummi mit einer Shore-Härte im Bereich von 40 bis 80 verwendet.

Weiterhin kann das Antriebselement 1100 – 4100 durch das Gummiteil 1930a–4930a und das Abtriebselement 1200 – 4200 durch das Gummiteil 1920a – 4920a stoffschlüssig mit dem Zwischenteil 1400 – 4400 gekoppelt sein.

Die Zwischenteile 1400 – 4400 können bei sämtlichen Ausführungsformen gemäß Figuren 27 bis 30 als Schwingungstilger agieren, da sie zwischen dem Abtriebsteil 1200 – 4200 und dem Antriebsteil 1100 – 4100 drehbeweglich („schwimmend") gelagert sind. Treten in dem Antriebsteil 1100 – 4100 Schwingungen auf, so kann über die reibschlüssige Kopplung durch das Gummielement 1930a–4930a das Zwischenteil 140–440 eine zu den Schwingungen gegenphasige Schwingung aufbauen. Das Zwischenteil 1400 – 4400 agiert dabei als frei bewegliche Ausgleichsmasse, durch die die Schwingungen des Antriebsteils 1100 – 4100 ausgeglichen werden und somit nicht auf das Abtriebsteil 1200-4200 übertragen werden.

Patentansprüche

1. Drehmomentübertragungseinrichtung zum schwingungsreduzierten Übertragen von Drehmomenten über wenigstens eine Welle, mit:
einem Antriebselement und einem mit dem Antriebselement verbundenen Abtriebselement, wobei zwischen dem Antriebselement und dem Abtriebselement wenigstens eine Dämpfungsanordnung ausgebildet ist, die das Antriebselement mit dem Abtriebselement relativ zueinander verdrehbar miteinander verbindet, wobei die Dämpfungsanordnung mit wachsender Relativverdrehung zwischen Antriebselement und Abtriebselement eine gestuft progressiv verlaufende Kennung aufweist.

2. Drehmomentübertragungseinrichtung nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebselement eine Anschlagformation aufweist und dass das Abtriebselement eine komplementäre Gegenanschlagformation aufweist, wobei die Anschlagformation und die Gegenanschlagformation mit gegenseitigem Radialspiel und Drehspiel ineinander greifen.

3. Drehmomentübertragungseinrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlagformation und die Gegenanschlagformation in Form einer spielbehafteten Keilwellenverzahnung ausgebildet sind.

4. Drehmomentübertragungseinrichtung nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlagformation und die Gegenanschlagformation in Form einer spielbehafteten polygonalen Formschlussverbindung ausgebildet sind.

5. Drehmomentübertragungseinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Anschlagformation und der Gegenanschlagformation eine komprimierbare Dämpfungsschicht aus Gummimaterial vorgesehen ist.

6. Drehmomentübertragungseinrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass in die Gummischicht eine Fadeneinlage eingebettet ist.

7. Drehmomentübertragungseinrichtung nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet, dass in die Gummischicht eine Metalleinlage eingebettet ist.

8. Drehmomentübertragungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Antriebselement und dem Abtriebselement außerhalb der zusammenwirkenden Anschlagformation und Gegenanschlagformation wenigstens ein gummielastischer Vordämpferkörper vorgesehen ist, der das Antriebselement drehschwingungsdämpfend mit dem Abtriebskörper verbindet.

9. Drehmomentübertragungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Antriebselement und dem Abtriebselement ein Zwischenelement angeordnet ist, wobei das Zwischenelement rohrförmig mit dem Antriebselement und dem Abtriebselement unter jeweiliger Zwischenschaltung einer Dämpfungsanordnung verbunden ist.

10. Drehmomentübertragungseinrichtung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenelement in axialer Richtung betrachtet hintereinander mit dem Antriebselement und dem Abtriebselement verbunden ist, wobei sich das Antriebselement mit dem Abtriebselement nicht überlappt.

11. Drehmomentübertragungseinrichtung nach Anspruch 9 oder 10,
dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebselement oder/und das Abtriebselement eine Anschlagformation aufweisen und dass das Zwischenelement in seinem jeweiligen mit dem Antriebselement und dem Abtriebselement zusammenwirkenden Bereich eine komplementäre Gegenanschlagformation aufweist, wobei die Anschlagformation und die Gegenanschlagformation jeweils mit gegenseitigem Radialspiel und Drehspiel ineinander greifen.

12. Drehmomentübertragungseinrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11,
dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischenelement rohrförmig ausgebildet ist und einenends das Antriebselement sowie anderenends das Abtriebselement in sich aufnimmt.

13. Drehmomentübertragungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das in dem Antriebselement oder/und in dem Ab-

triebselement oder/und in dem Zwischenelement ein perforierter Gummikörper zur Körperschalldämpfung aufgenommen ist.

14. Drehmomentübertragungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass eine Komponente von Antriebselement und Abtriebselement zur Anbringung an einem Wellenende und dass die andere Komponente von Antriebselement und Abtriebselement zur Anbringung an einem Gelenkrohr oder einem homogenetischen Gelenk oder an einem Kreuzgelenk ausgebildet ist.

15. Drehmomentübertragungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Antriebselement und dem Abtriebselement eine gummielastische Dämpfungsschicht vorgesehen ist, die das Antriebselement mit dem Abtriebselement verbindet, wobei in die Dämpfungsschicht Wälzkörper eingebettet sind.

16. Drehmomentübertragungseinrichtung nach Anspruch 15,
dadurch gekennzeichnet, dass die gummielastische Dämpfungsschicht im Bereich der Wälzkörper in Umfangsrichtung der Drehmomentübertragungseinrichtung betrachtet ein Spiel zu dem jeweiligen Wälzkörper vorsieht.

17. Drehmomentübertragungseinrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebselement und das Abtriebselement bei Überschreiten einer vorbestimmten Axialkraft in Achsrichtung zueinander teleskopierbar sind.

18. Drehmomentübertragungseinrichtung (1000) zum Ankoppeln von Wellen, mit:
einem äußeren Abtriebselement (1200) und einem inneren innerhalb des Abtriebselements (1200) angeordneten Antriebselement (1100), das relativ zu dem Abtriebselement (1200) drehbeweglich ist, und einem zwischen dem Antriebselement (1100) und dem Abtriebselement (1200) drehbeweglich angeordneten Zwischenelement (1400), wobei das Zwischenelement (1400) über ein erstes Kopplungsteil (1930a) mit dem Antriebselement (1100) und über ein zweites Kopplungsteil (1920a) mit dem Abtriebselement (1200) reibschlüssig gekoppelt ist.

19. Drehmomentübertragungseinrichtung (1000) nach Anspruch 18, wobei die Drehbeweglichkeit des Zwischenelements (1400) durch mindestens einen an dem Abtriebselement (1200) angeordneten Anschlag (1500) begrenzt ist.

20. Drehmomentübertragungseinrichtung (1000) nach Anspruch 18 oder 19, wobei das Antriebselement (1100) mindestens einen in radialer Richtung nach außen verlaufenden Vorsprung (1300) aufweist, der mit dem Zwischenelement (1400) in Eingriff bringbar ist.

21. Drehmomentübertragungseinrichtung (1000) nach einem der Ansprüche 18 bis 20, wobei das Antriebselement (1100) eine Vielzahl von in radialer Richtung nach außen verlaufende Vorsprünge (1300) aufweist, die in gleichen Winkelabständen entlang einem Umfang des Antriebsteils (1100) angeordnet sind.

22. Drehmomentübertragungseinrichtung (1000) nach einem der Ansprüche 18 bis 21, wobei das Antriebsteil (1100) in verzahnenden Eingriff mit dem Zwischenteil (1400) bringbar ist.

23. Drehmomentübertragungseinrichtung (1000) nach einem der Ansprüche 18 bis 22, wobei das erste Kopplungsteil (1930a) und das zweite Kopplungsteil (1920a) elastische Gummiteile sind.

24. Drehmomentübertragungseinrichtung (1000) nach Anspruch 23, wobei das elastische Gummiteil des ersten Kopplungsteils (1930a) und das elastische Gummiteil des zweiten Kopplungsteils unterschiedliche Shore-Härten besitzen.

25. Drehmomentübertragungseinrichtung (1000) nach Anspruch 23 oder 24, wobei die Shore-Härte des ersten Kopplungsteils (1930a) kleiner als die Shore-Härte des zweiten Kopplungsteils (1920a) ist.

26. Drehmomentübertragungseinrichtung (1000) nach einem der Ansprüche 18 bis 25, wobei das erste Kopplungsteil (1930a) und das zweite Kopplungsteil (1920a) unterschiedlich Breiten in einem axialen und/oder radialen Querschnitt aufweisen.

27. Drehmomentübertragungseinrichtung (1000) nach einem der Ansprüche 18 bis 26, wobei das Zwischenelement (1400) über das erste Kopplungsteil (1930a) mit

dem Antriebselement (1100) und über das zweite Kopplungsteil (1920a) mit dem Abtriebselement (1200) stoffschlüssig gekoppelt ist.

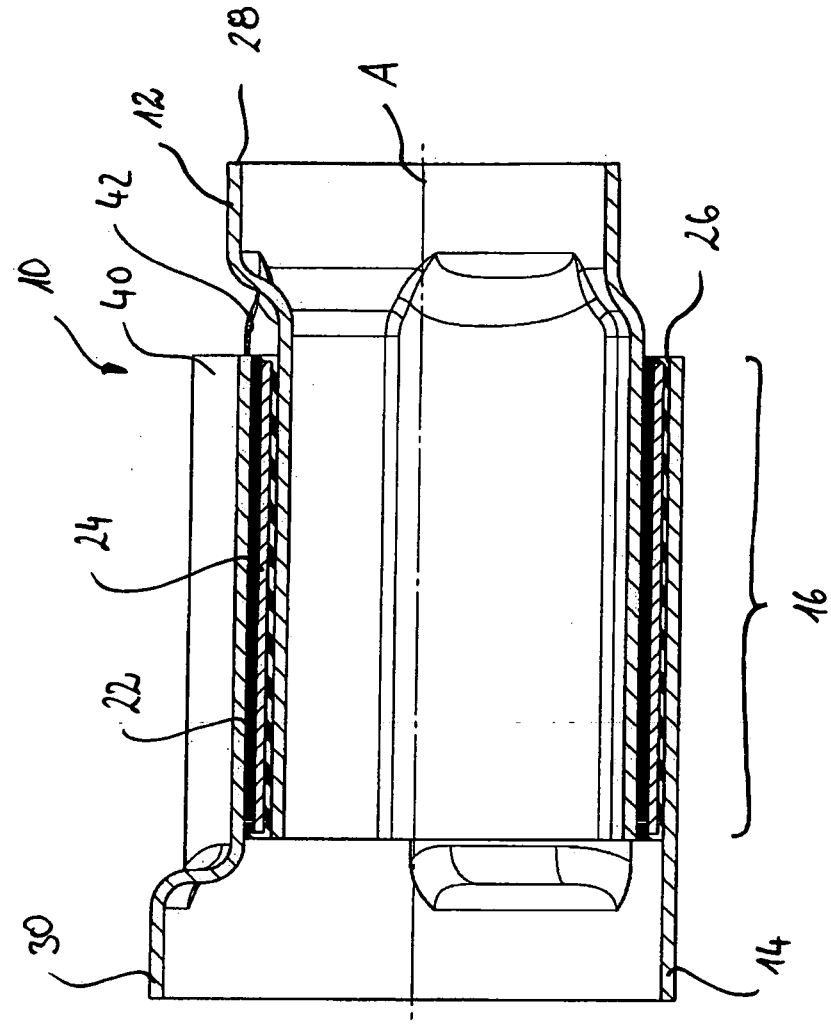


Fig. 1

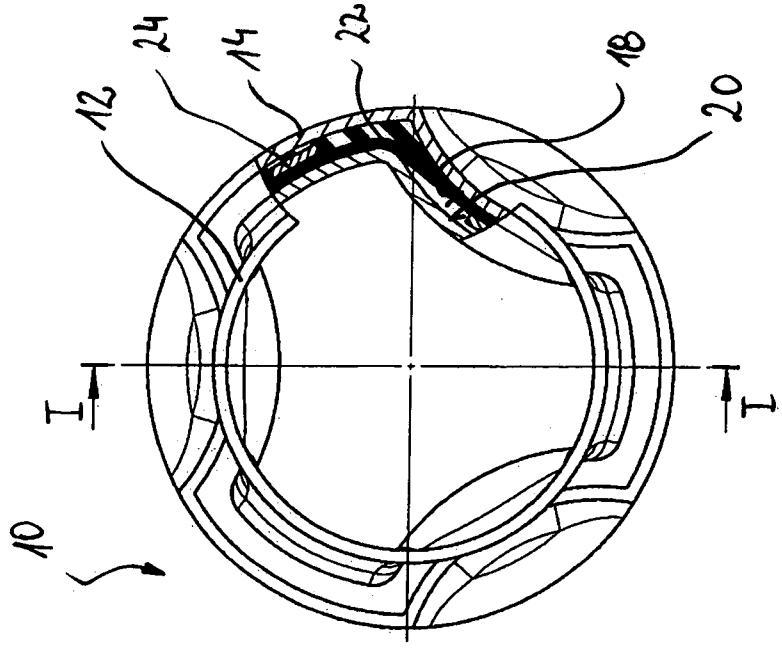


Fig. 2

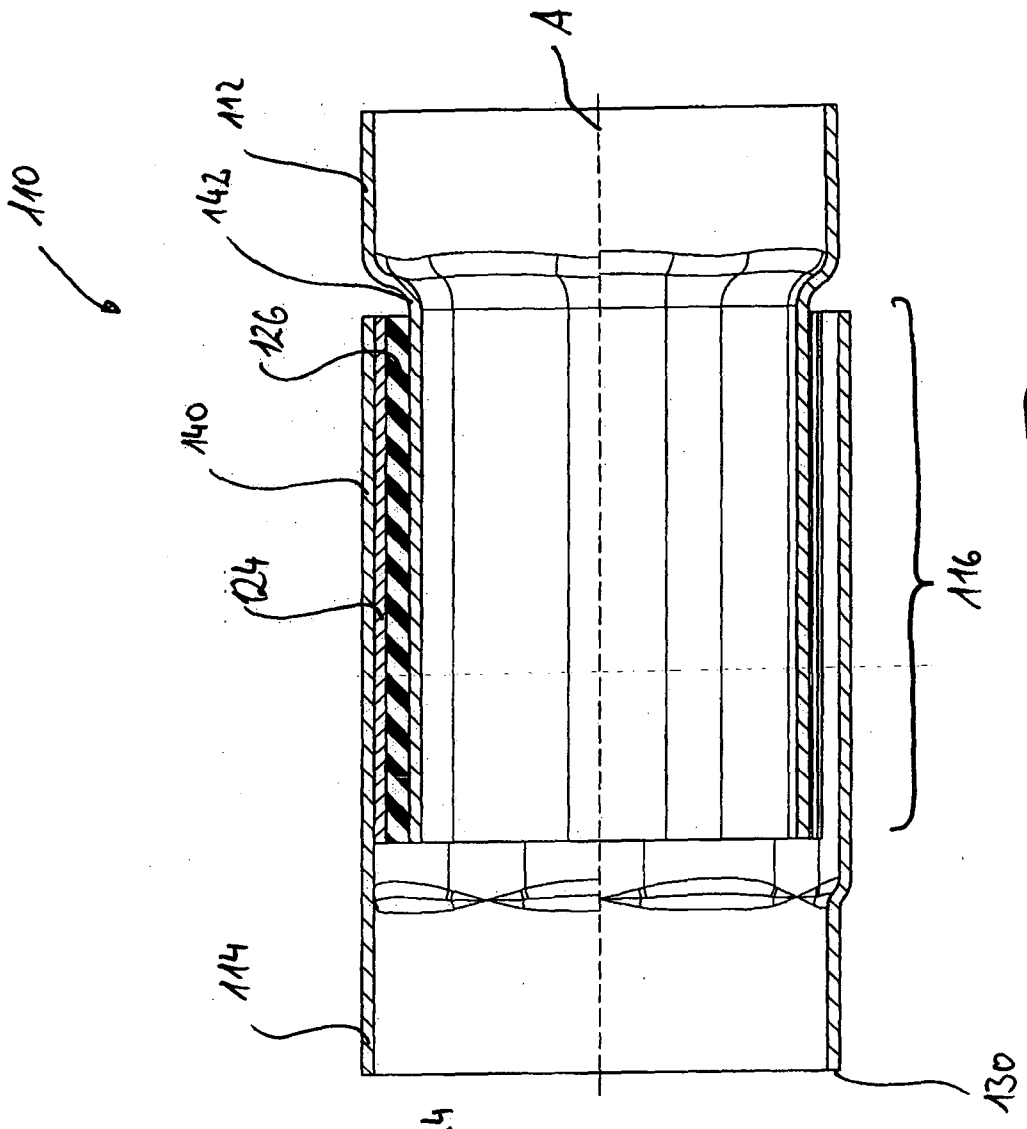


Fig. 3

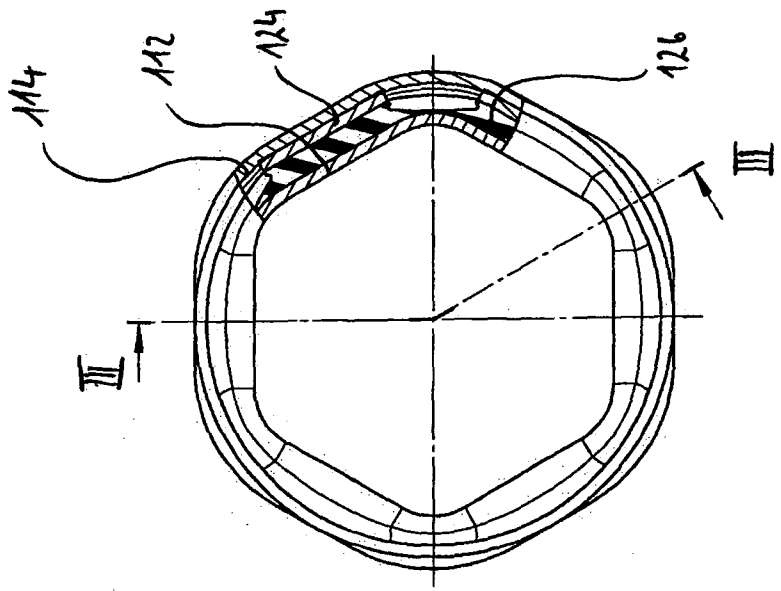


Fig. 4

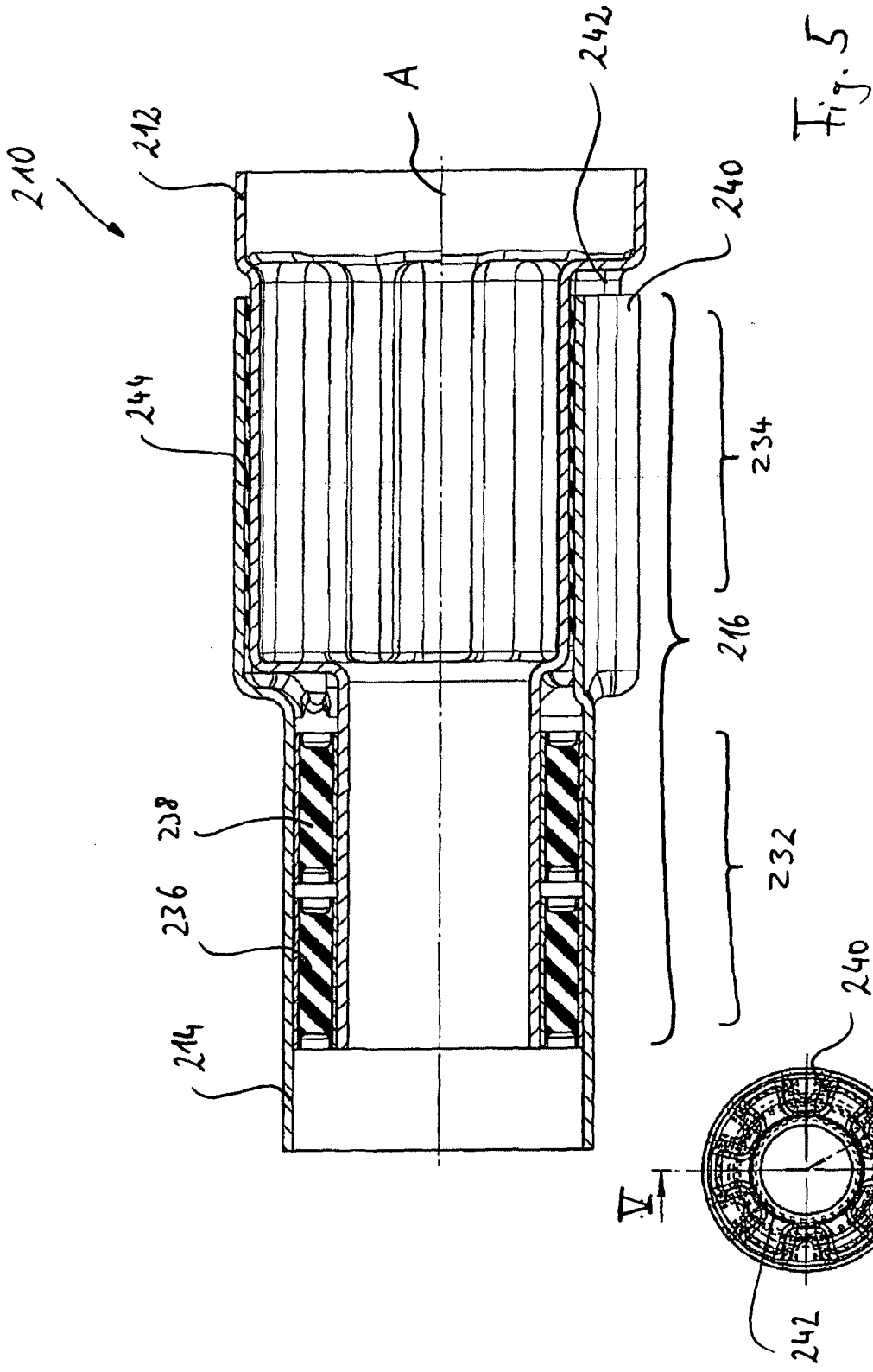


Fig. 5

Fig. 6

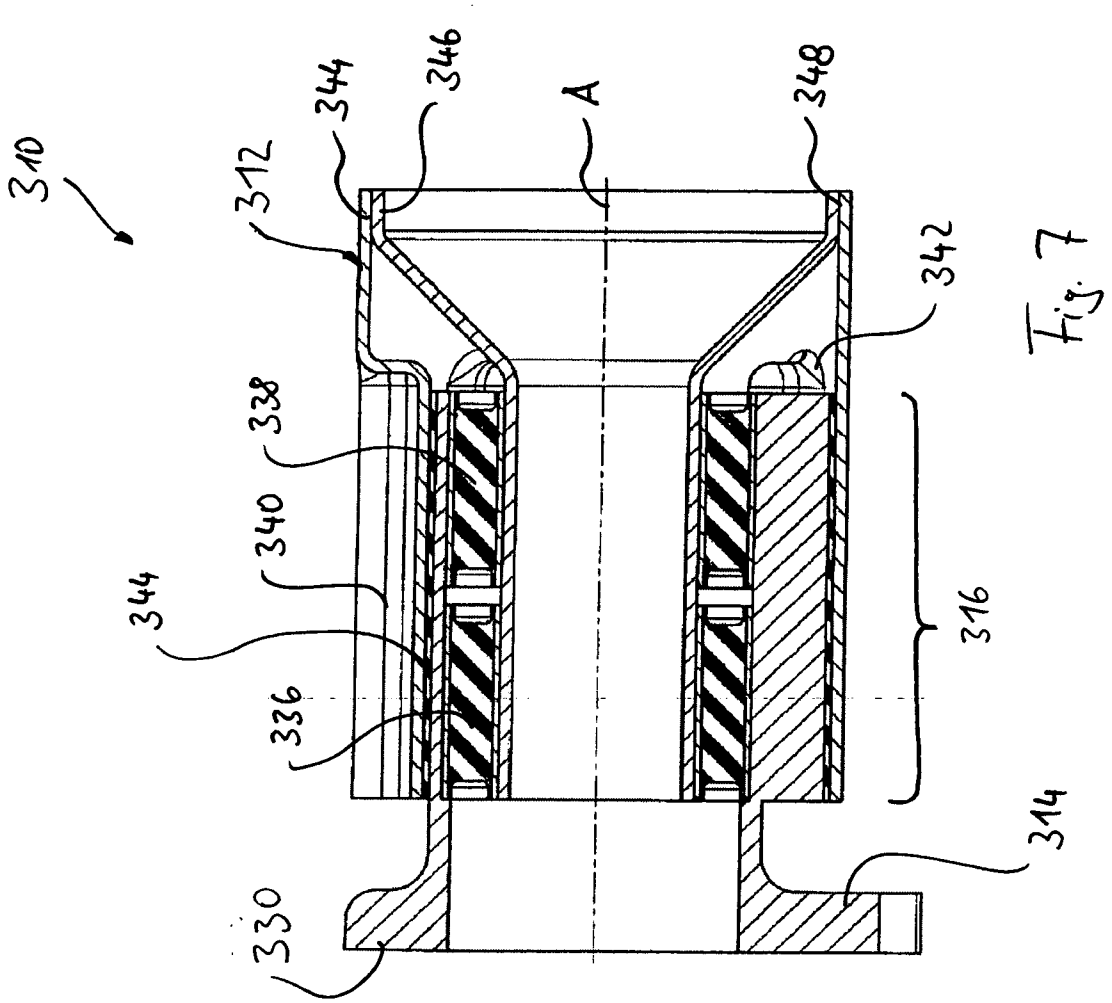

310
312
344
346
A
348
342
338
340
344
336
316
330
314

Fig. 7

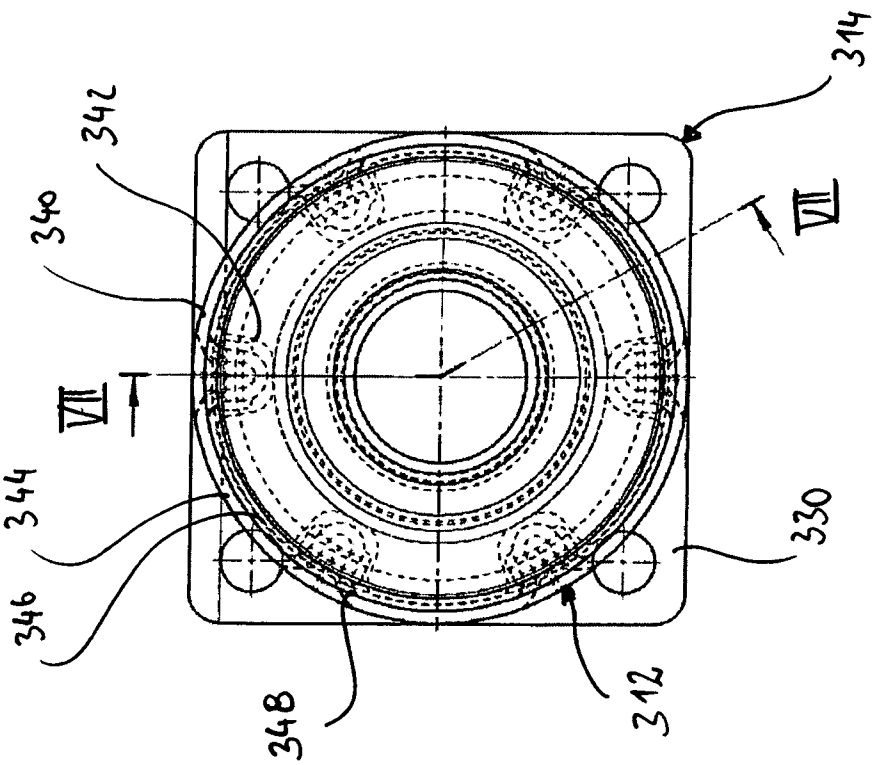

314
342
340
VII
VII
344
346
348
312
330

Fig. 8

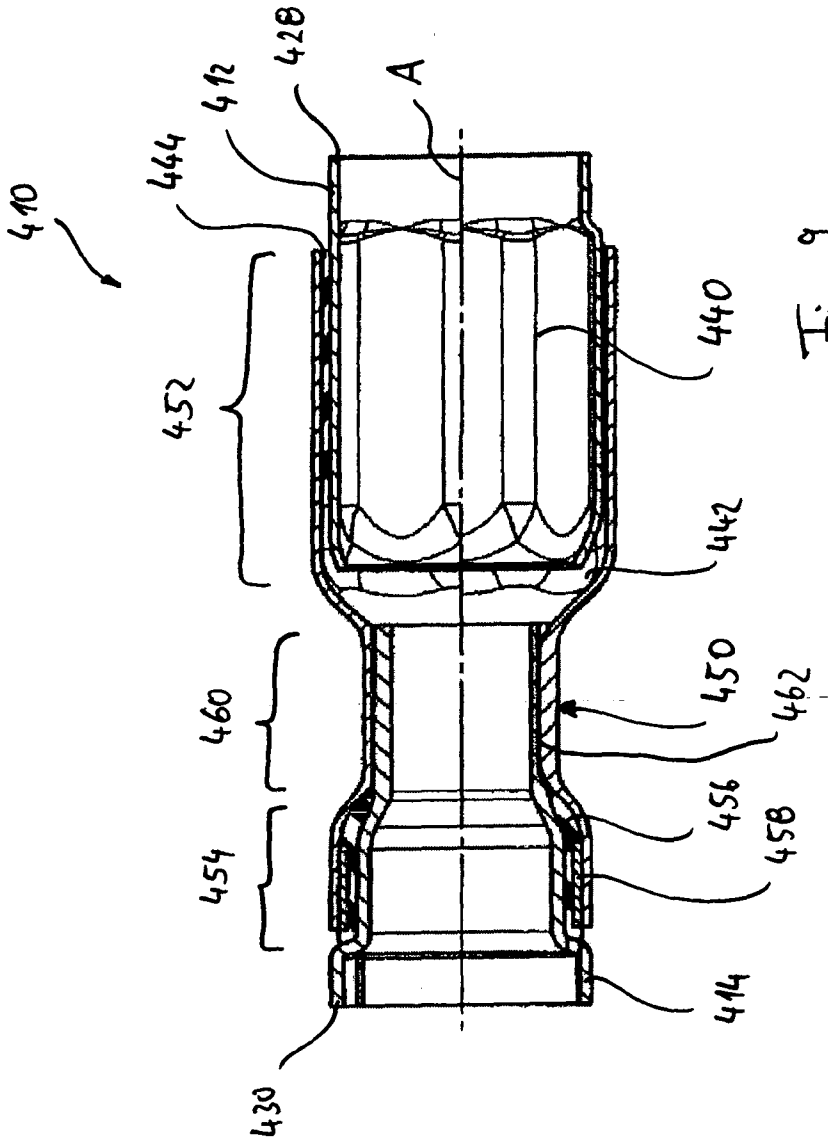

410
444
412
428
A
440
452
442
460
450
462
456
458
454
414
430

Fig. 9

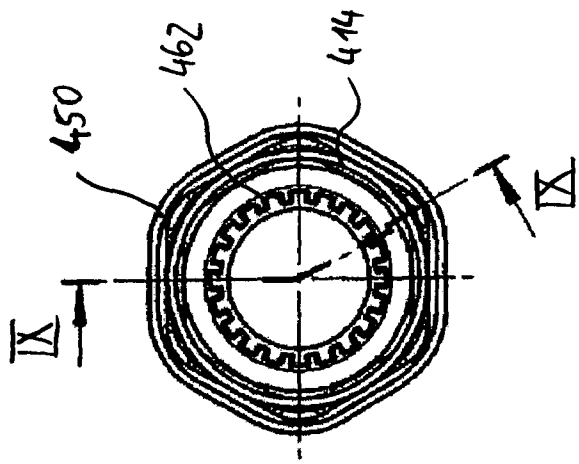

450
462
414
IX
IX

Fig. 10

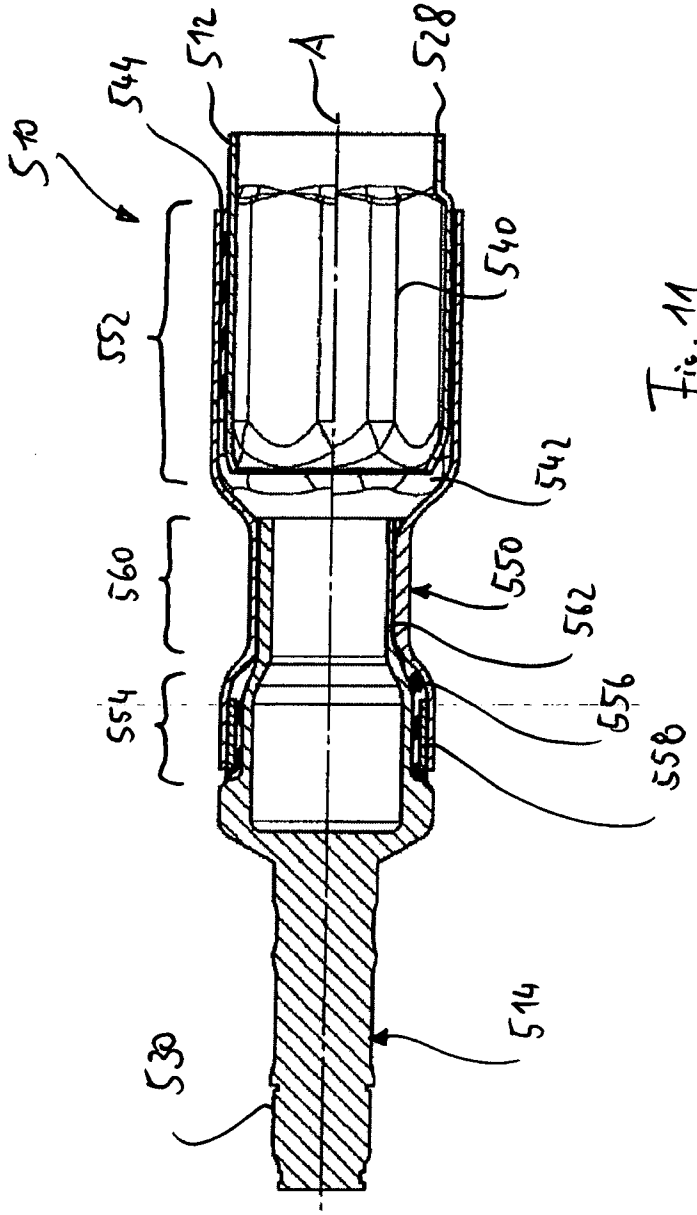

510
544
512
A
528
540
552
542
560
550
562
554
556
558
514
530

Fig. 11

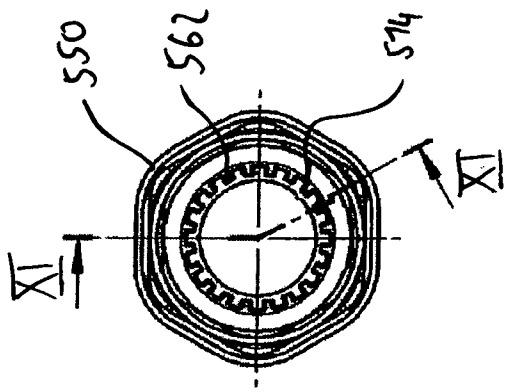

550
562
514
XI
XI

Fig. 12

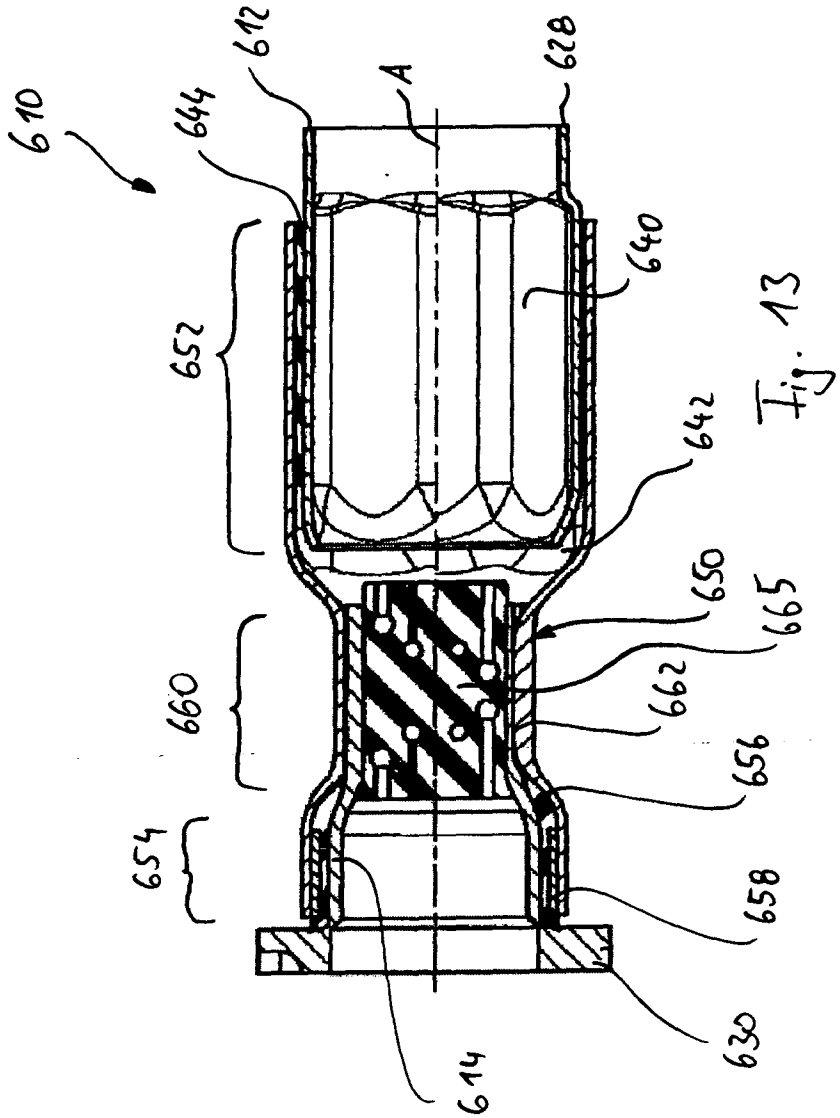

610
644
612
A
628
640
652
642
650
665
662
660
656
654
658
630
614

Fig. 13

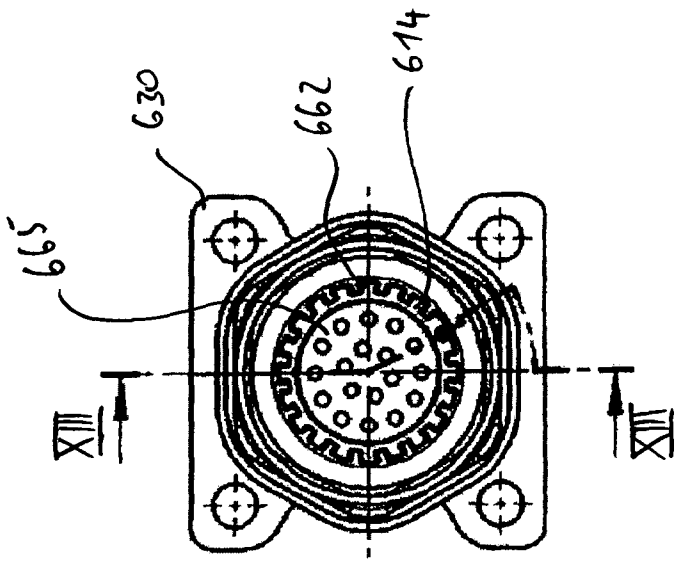

630
662
614
665
XIII
XIII

Fig. 14

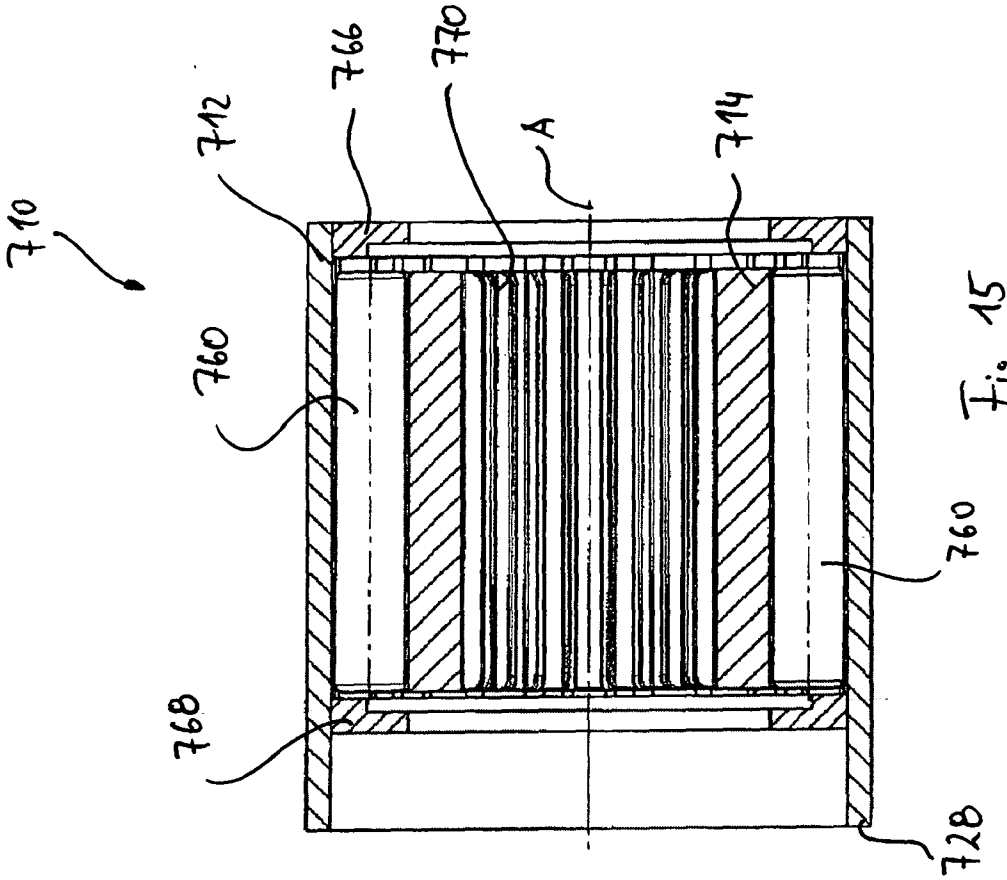

710
712
766
770
A
714
760
760
768
728

Fig. 15

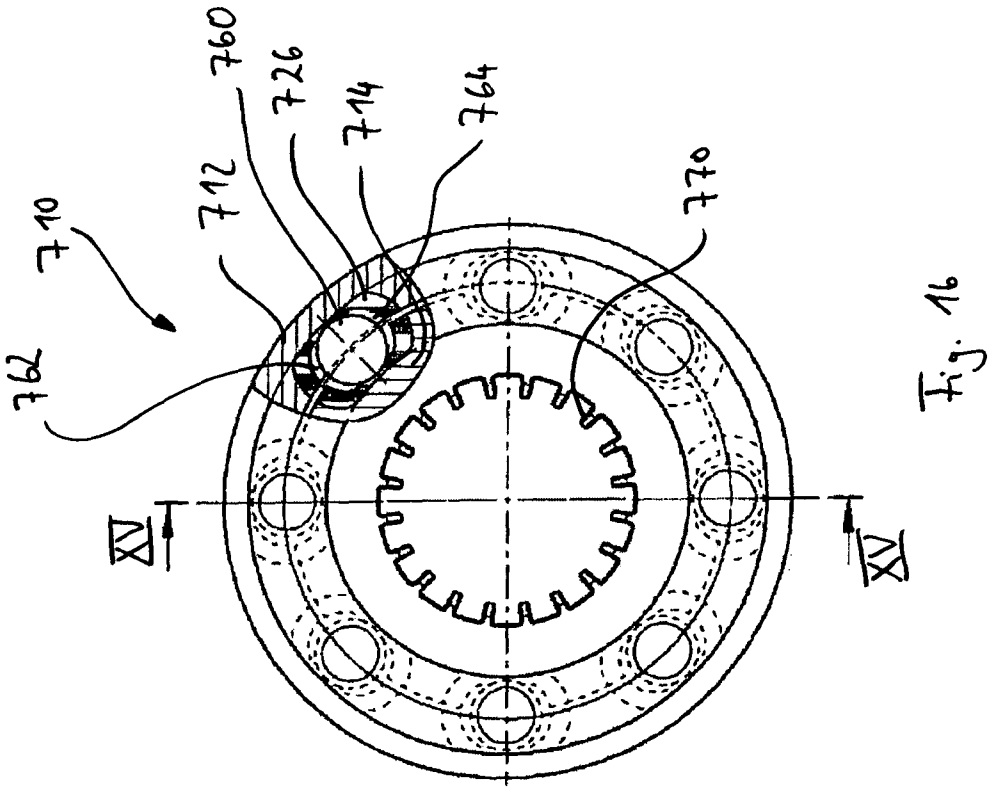

760
726
714
764
712
710
770
762
XV
XV

Fig. 16

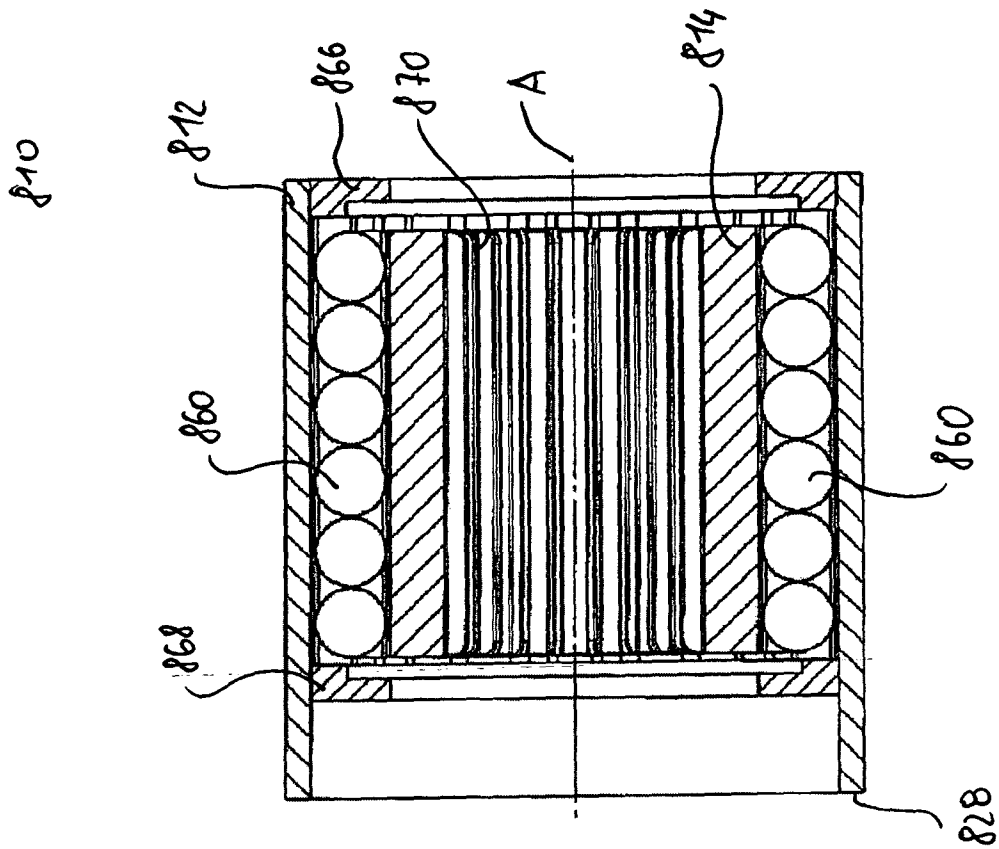

810
812
866
870
A
814
860
860
868
828

Fig. 17

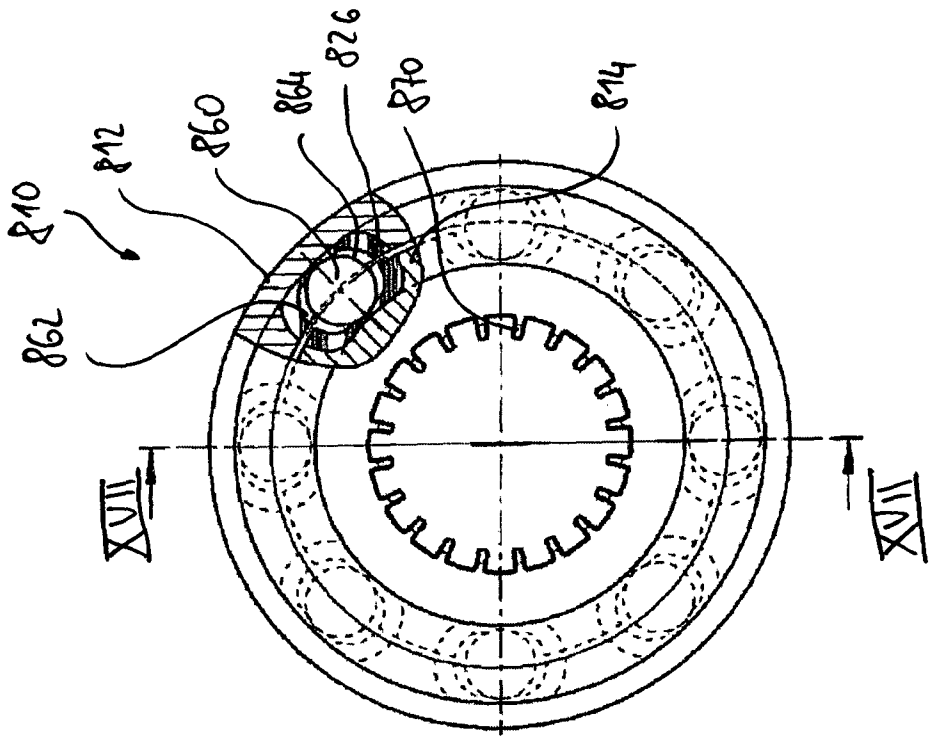

826
864
870
814
860
812
810
862
XVII
XVII

Fig. 18

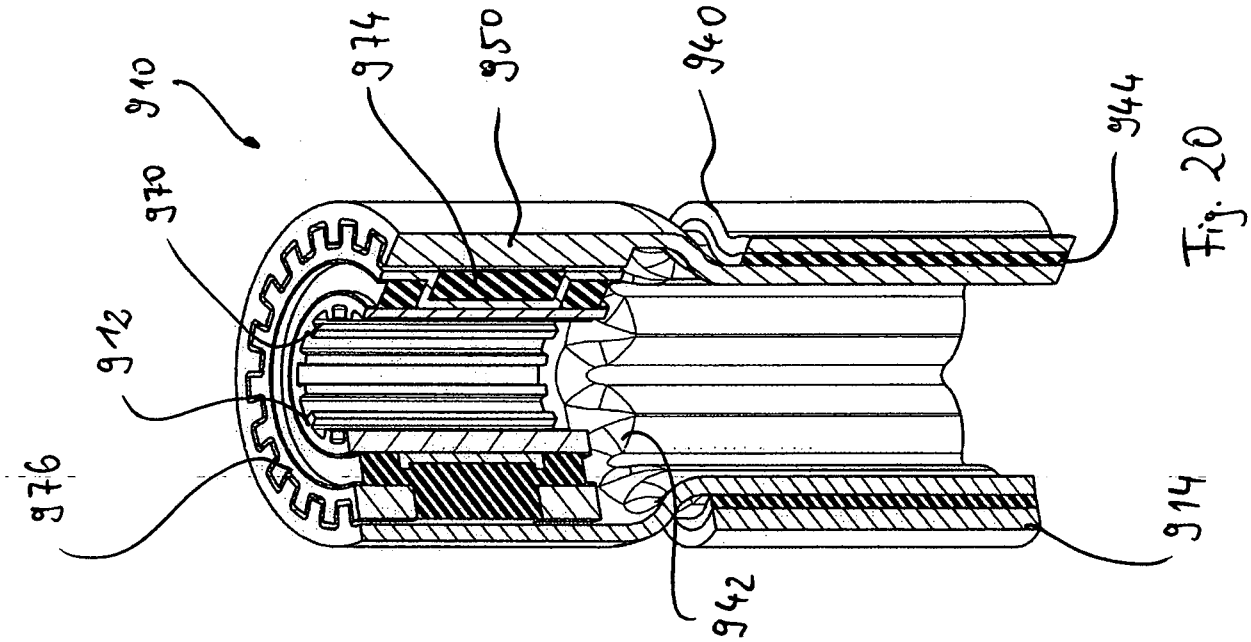

910
974
950
940
944
970
912
976
914
942

Fig. 20

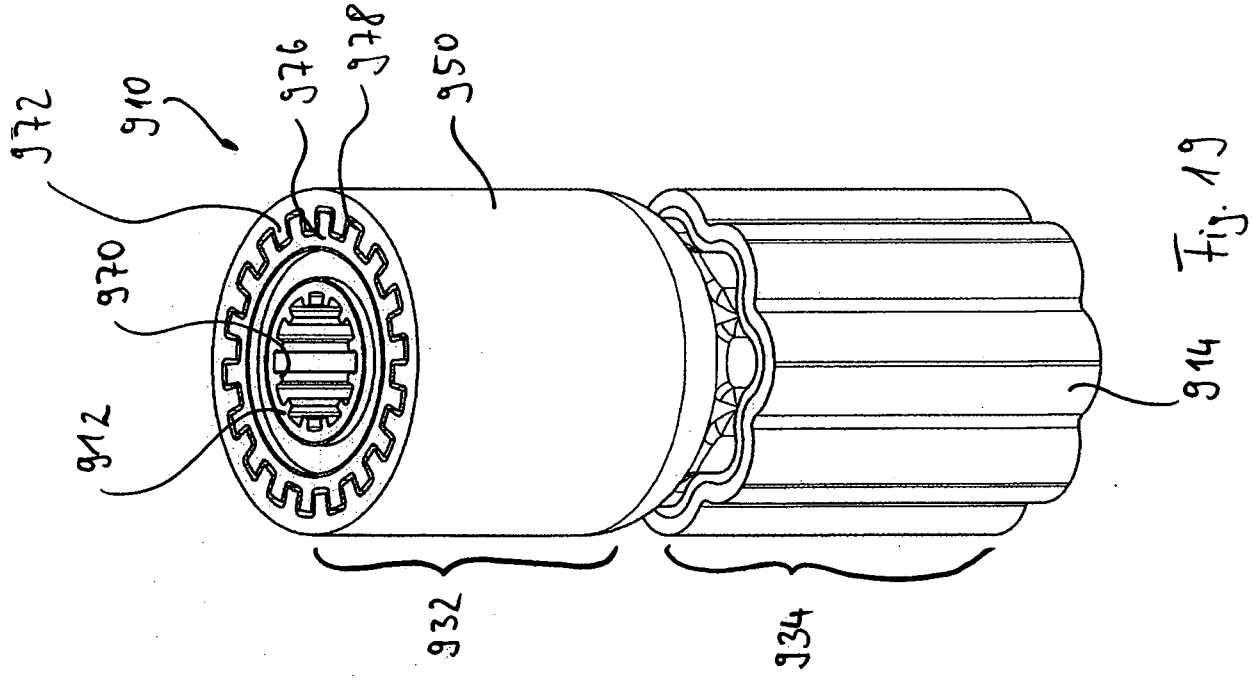

972
910
976
978
950
970
912
914
932
934

Fig. 19

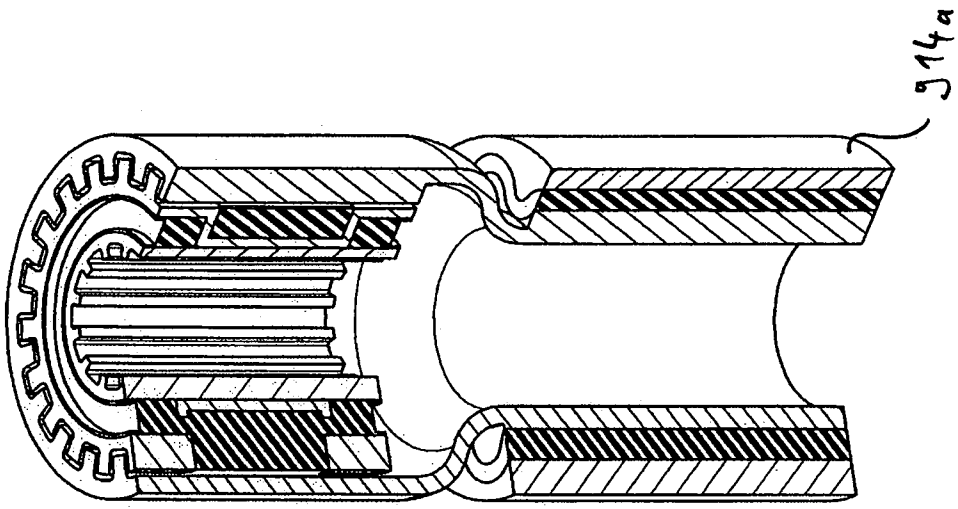


Fig. 22

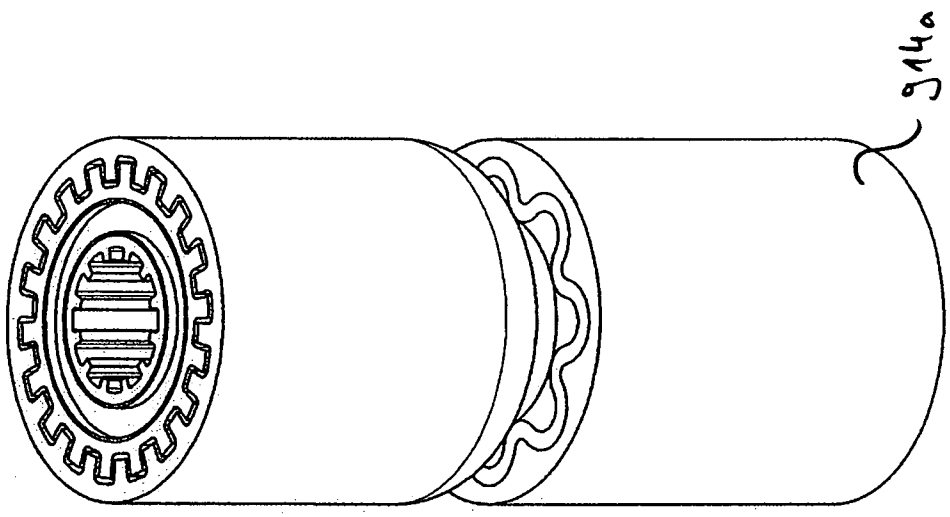


Fig. 21

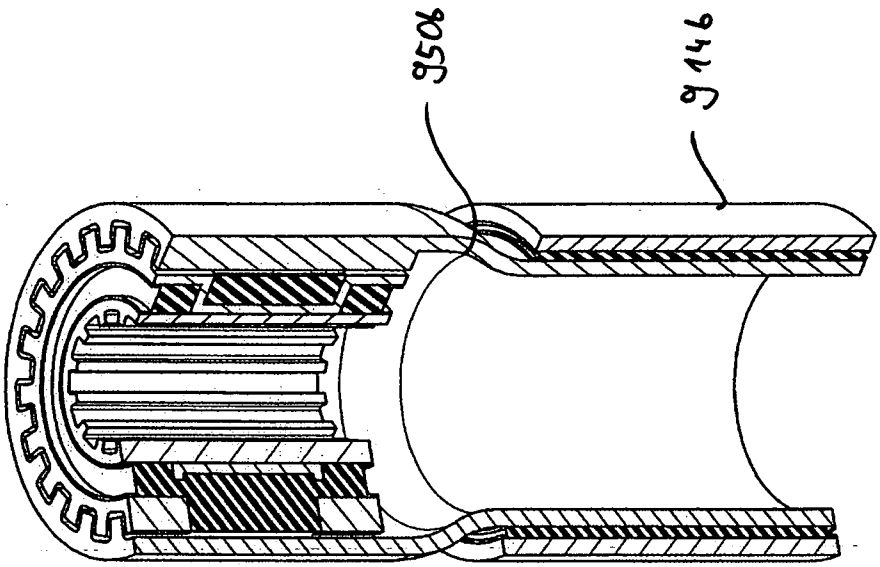


Fig. 24

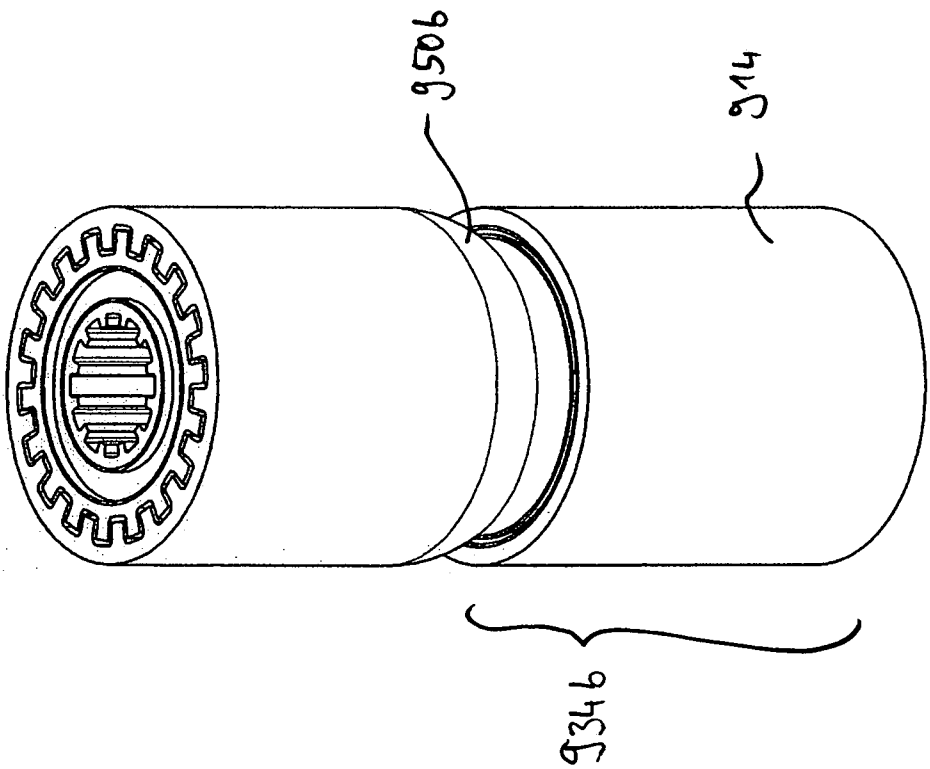


Fig. 23

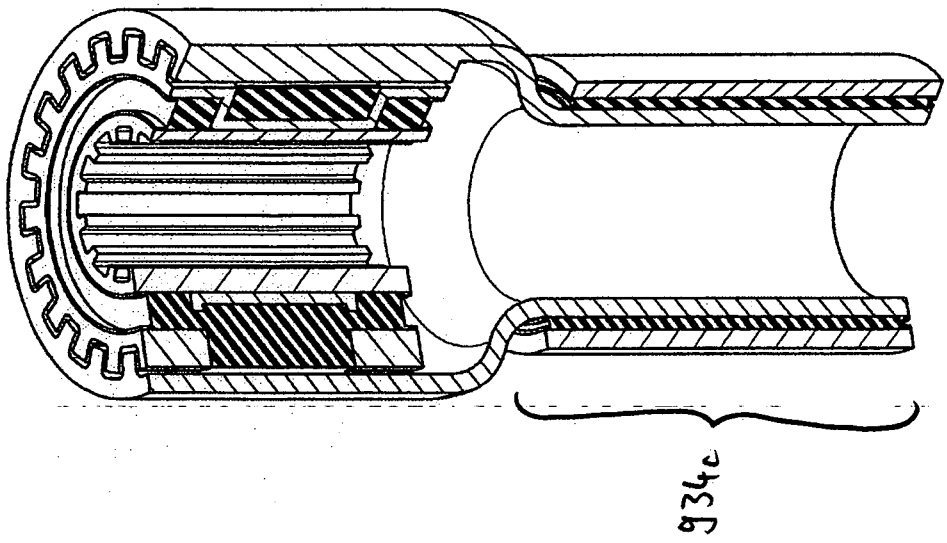


Fig. 26

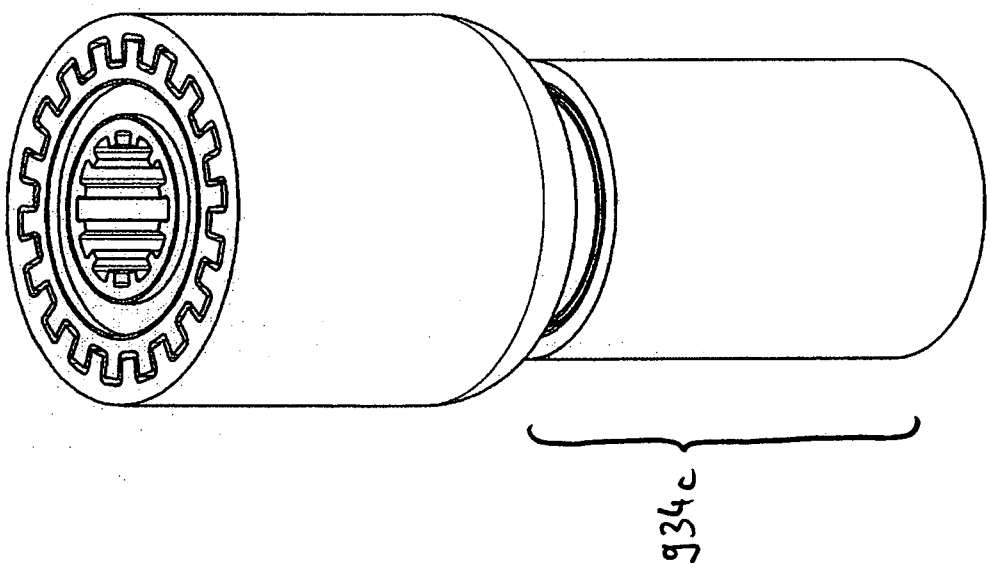


Fig. 25

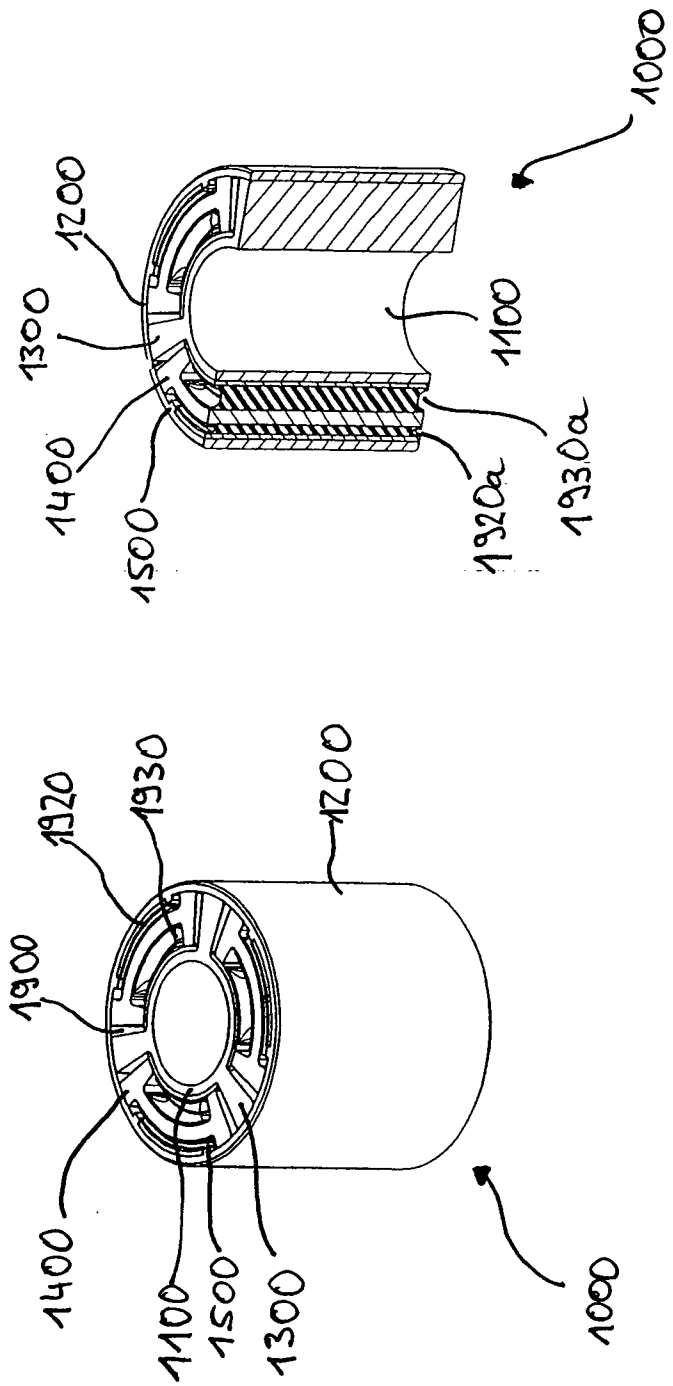

1000
1200
1300
1100
1400
1500
1920a
1930a
1920
1930
1200
1900
1400
1100
1500
1300
1000

Fig. 27

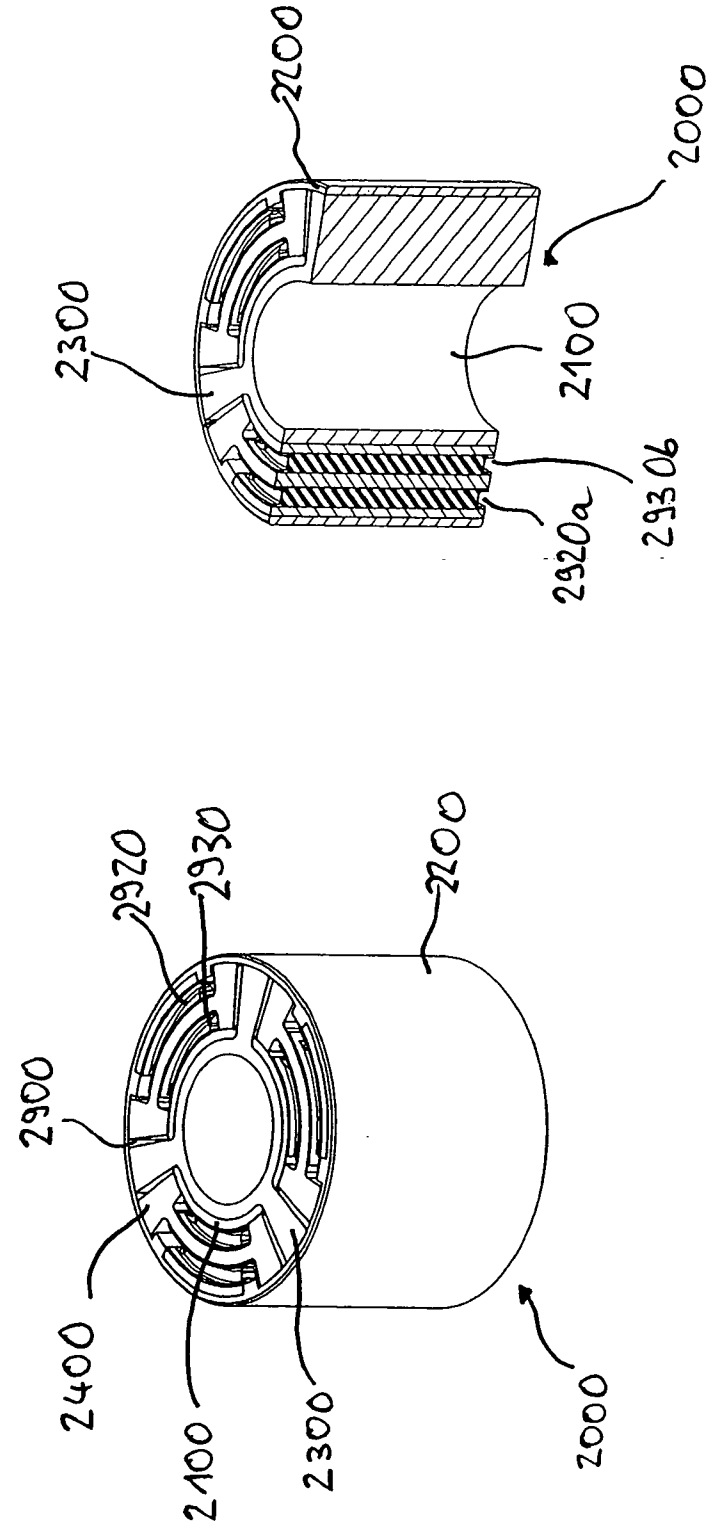

2200
2000
2300
2100
2306
2920a
2900
2920
2930
2400
2100
2300
2000

Fig. 28

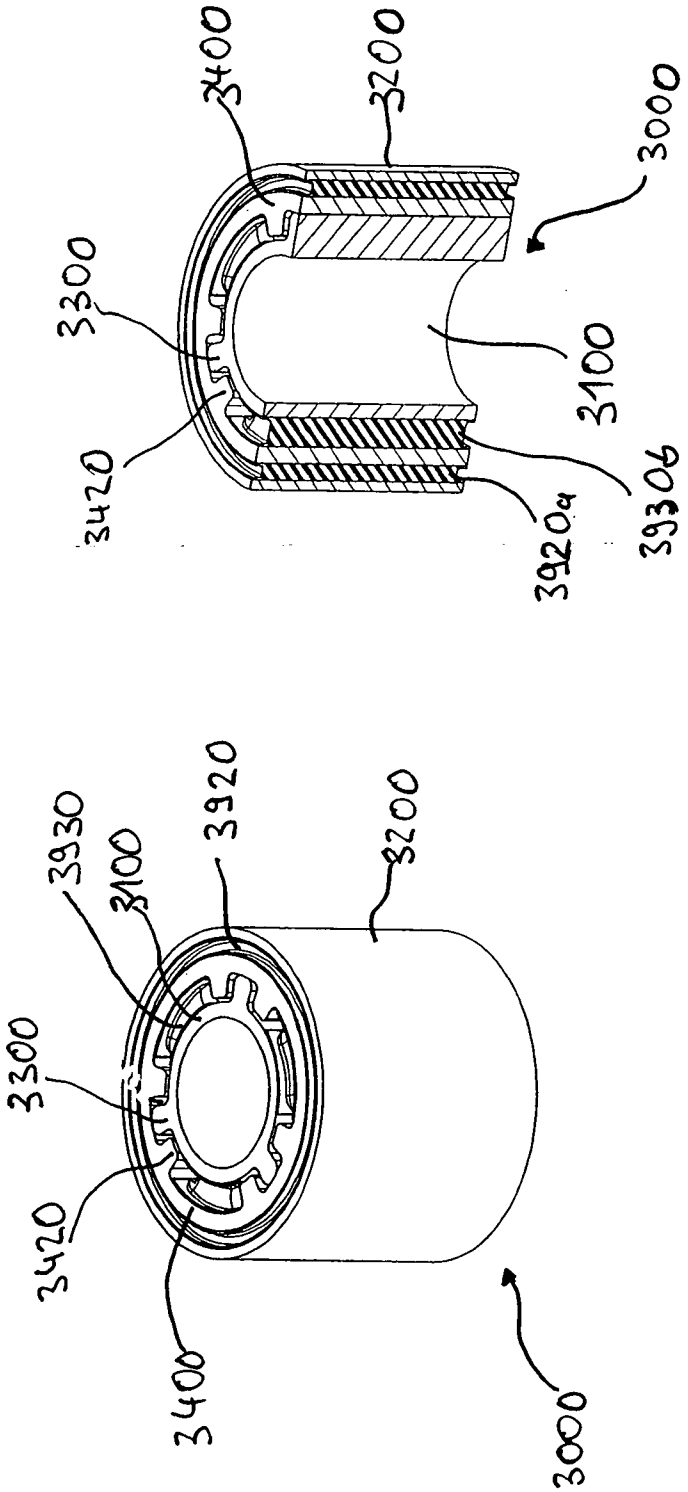
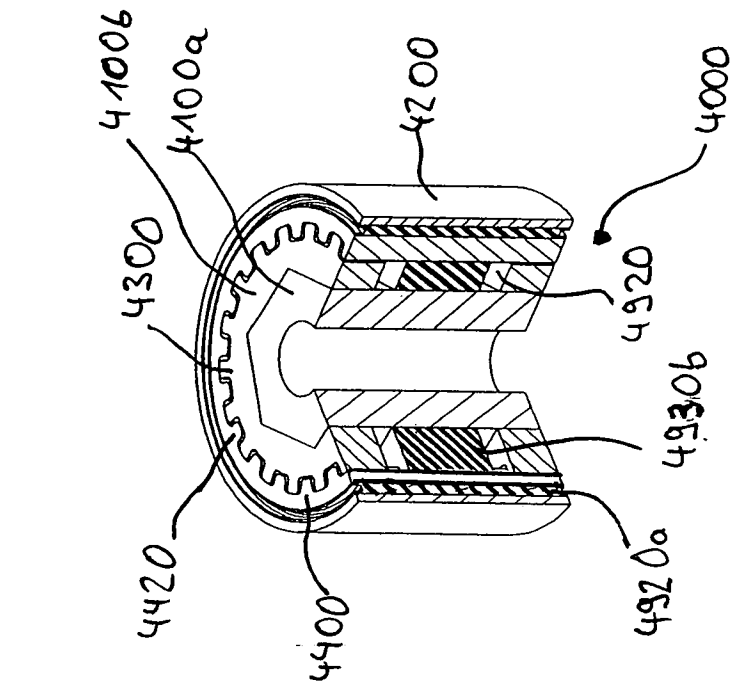

3400
3200
3000
3300
3100
3420
3930b
3920b
3930
3920
3200
3300
3100
3420
3400
3000

Fig. 29


41006
4100a
4200
4000
4300
4920
49306
4420
4400
4920a

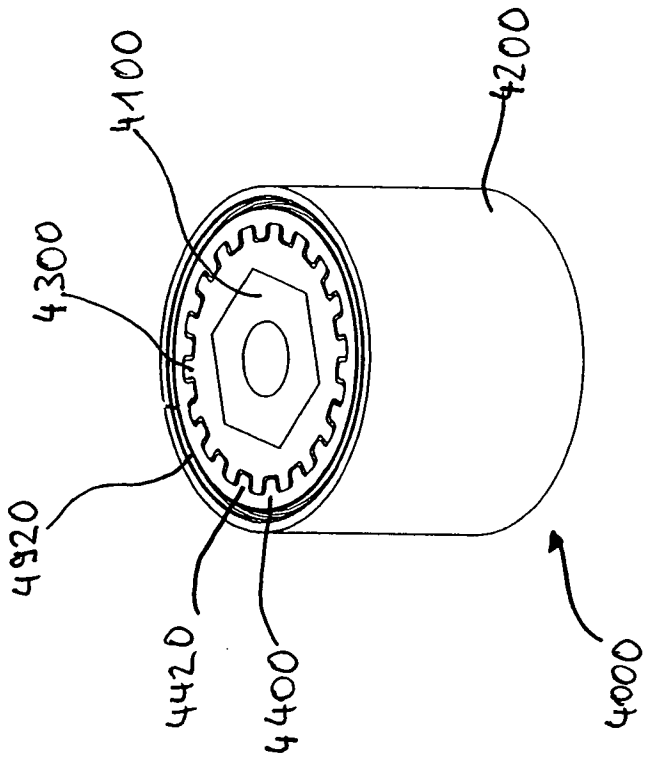

4100
4200
4300
4920
4420
4400
4000

Fig. 30