



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 103 33 748 B3** 2004.10.14

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **103 33 748.2**
(22) Anmeldetag: **23.07.2003**
(43) Offenlegungstag: –
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **14.10.2004**

(51) Int Cl.7: **B62D 1/19**
F16F 7/12

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:
NACAM Deutschland GmbH, 49448 Lemförde, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 198 33 421 C2

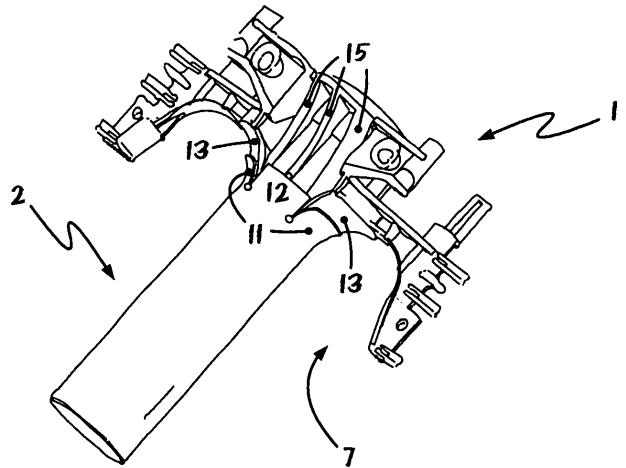
(72) Erfinder:
Schäfer, Burkhard, 27777 Ganderkesee, DE;
Grams, Kay-Uwe, 49692 Cappeln, DE; Michalski,
Herniu, 28816 Stuhr, DE; Schmidt, Rainer, 49356
Diepholz, DE

(54) Bezeichnung: **Deformationsanordnung für Lenkstrang**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Deformationsanordnung, insbesondere für die Lenksäule eines Kraftfahrzeugs. Die Deformationsanordnung umfasst ein definiert verformbares Deformationsrohr (2) sowie einen dem Deformationsrohr (2) zugeordneten Deformierkonus (1).

Die erfindungsgemäße Deformationsanordnung zeichnet sich dadurch aus, dass der Deformierkonus (1) zumindest eine Erhebung (13, 28) bzw. Ausnehmung aufweist, deren Kanten (8) mit Kanten (9) zumindest einer zur Konuserhebung bzw. Konusausnehmung formkorrespondierenden Einprägung (23, 25) bzw. Ausnehmung (10) am konusseitigen Ende des Deformationsrohrs (2) in formschlüssigem Eingriff stehen, wodurch bei unverändert gutem Crashverhalten im Wesentlichen beliebig hohe Drehmomente zwischen Deformationsrohr (2) und Deformierkonus (1) übertragen werden können.

Mit der Erfindung lässt sich der Aufbau von Deformationsanordnungen, insbesondere für Lenkstränge von Kraftfahrzeugen, wesentlich vereinfachen. Trotz der durch die Erfindung ermöglichten Qualitätsverbesserung am Produkt werden dank der Erfindung gleichzeitig beträchtliche Kosteneinsparungen bei der Herstellung von Lenksträngen für Kraftfahrzeuge erzielt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Deformationsanordnung, insbesondere für die Lenksäule bzw. den Lenkstrang eines Kraftfahrzeuges, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Deformationsanordnungen der eingangs genannten Art kommen beispielsweise, jedoch keineswegs ausschließlich, bei Lenksäulen von Kraftfahrzeugen zum Einsatz, und dienen einerseits der Absorption bei einem Fahrzeugcrash anfallender kinetischer Energie. Andererseits sollen gattungsgemäße Deformationsanordnungen verhindern, dass Teile des Lenkstrangs bzw. das Lenkrad aufgrund bei einem Crash auftretenden Verformungen der Fahrzeugstruktur in den Fahrgastraum eindringen und zu Verletzungen des Fahrers führen.

Stand der Technik

[0003] Eine derartige Deformationsanordnung ist beispielsweise aus der DE 198 33 421 C2 bekannt. Diese bekannte, einen Teil des Lenkstrangs eines Kraftfahrzeuges bildende Deformationsanordnung umfasst ein Mantelrohr und ein konusartiges Bauteil, wobei das konusartige Bauteil bei einem Fahrzeugcrash unter Aufweitung des Mantelrohrendes in das Mantelrohr eindringen kann. Bei entsprechend tiefem Eindringen des konusartigen Bauteils in das Mantelrohr vermag das Mantelrohr entlang von Sollbruchstellen aufzureißen, die durch nutenförmige Materialabschwächungen gebildet werden, wonach das Mantelrohr aufgrund einer besonderen Formgebung des konusartigen Bauteils streifenweise aufgerollt wird.

[0004] Durch den Vorgang des Aufreitens, Aufreißen und Aufrollens wird kinetische Energie definiert dissipiert, bzw. es werden crashbedingte Verformungswege im Lenkstrang definiert aufgefangen, ohne dass Teile des Lenkstrangs oder das Lenkrad in den Fahrgastraum eindringen.

[0005] Für das ordnungsgemäße Funktionieren derartiger Deformationsanordnungen ist unter anderem die Höhe der Losbrechkraft der als Presssitz ausgeführten Verbindung zwischen Konus und Mantelrohr entscheidend. Diese Losbrechkraft darf bestimmte, beispielsweise von der Art der Verankerung des Konus am Cockpit bzw. von physiologischen Gegebenheiten des menschlichen Oberkörpers abhängige maximale Werte keinesfalls überschreiten. Andernfalls drohen schwere Verletzungen des Fahrers, beispielsweise aufgrund Eindringens des Lenkrades in den Fahrgastraum bzw. aufgrund unzulässig hoher Widerstandskräfte des Lenkrades beim Aufprall des Oberkörpers oder des Kopfes auf das Lenkrad. Für die Dimensionierung des Presssitzes zwischen Konus und Mantelrohr ist die maximal zulässige Losbrechkraft somit einer der maßgeblichen Faktoren.

[0006] Mit der so zwangsläufig begrenzten Dimensionierung der Pressverbindung zwischen Konus und Mantelrohr ergibt sich jedoch automatisch auch eine Begrenzung der maximal zwischen Konus und Mantelrohr per Reibschluss übertragbaren Drehmomente. Unter bestimmten Umständen ist es bei unveränderter Höhe der Losbrechkraft zwischen Konus und Mantelrohr in axialer Richtung jedoch wünschenswert, höhere Drehmomente zwischen Mantelrohr und Konus übertragen zu können. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn das Mantelrohr zur torsionalen Stabilisierung von weiteren am Konus bzw. an der oberen Lenksäule angeordneten Baugruppen herangezogen werden soll.

[0007] Ein anderer Fall, bei dem es auf die Übertragung von hohen Drehmomenten zwischen Mantelrohr und Konus ankommt, ist der Einsatz einer derartigen Deformationsanordnung beispielsweise in der Lenkzwischenwelle, wobei dann das Mantelrohr sowohl die Aufgabe der Verformung und Energieaufnahme bei einem Crash als auch die Aufgabe der Drehmomentübertragung für Lenkbewegungen im normalen Betrieb des Fahrzeugs übernimmt. Ein weiterer Gesichtspunkt in Bezug auf die Übertragung erhöhter Drehmomente liegt in der zunehmenden Verbreitung von elektrischen Servolenkungen, deren Antrieb oftmals nicht mehr im Bereich des Lenkgetriebes, sondern vielmehr im Bereich der oberen Lenksäule angeordnet ist. Hierdurch muss nicht mehr nur das von Fahrer aufgebrachte, sondern das gesamte Lenkmoment ständig über den größten Teil des Lenkstrangs übertragen werden, was ebenfalls erhöhte Anforderungen an die Torsionsfestigkeit der Verbindung zwischen Konus und Mantelrohr stellt.

Aufgabenstellung

[0008] Mit diesem Hintergrund ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Deformationsanordnung zu schaffen, mit der sich die genannten Nachteile überwinden lassen. Die Deformationsanordnung soll dabei insbesondere zur Übertragung hoher Drehmomente geeignet sein, ohne dass hierdurch die das Crashverhalten bestimmenden Parameter der Deformationsanordnung beeinflusst oder gar beeinträchtigt werden.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine Deformationsanordnung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0010] Bevorzugte Ausführungsformen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0011] Die Deformationsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung weist in an sich bekannter Weise ein Deformationsrohr auf, das zumindest an einem seiner Enden definiert verformbar gestaltet ist. Die Verformung kann dabei beispielsweise, jedoch kei-

neswegs ausschließlich, durch Umstülpen, Aufweiten und/oder Aufreißen erfolgen. In ebenfalls bekannter Weise weist die Deformationsanordnung zumindest einen dem verformbaren Ende des Deformationsrohrs zugeordneten Deformierkonus auf, durch dessen Eindringen in das Deformationsrohr im Crashfall die Verformung des Deformationsrohrs bewirkt wird. Zur Übertragung von Drehmomenten ist dabei der Deformierkonus teilweise kraftschlüssig in das Ende des Deformationsrohr eingepresst.

[0012] Erfindungsgemäß zeichnet sich die Deformationsanordnung jedoch dadurch aus, dass der Deformierkonus zumindest eine im wesentlichen entlang seiner Mantellinien angeordnete Erhebung bzw. Ausnehmung aufweist. Dabei stehen durch die Konuserhebung bzw. Konusausnehmung gebildete, ebenso entlang von Mantellinien des Konus verlaufende Kanten mit den Kanten formkorrespondierender Einprägungen bzw. mit den Kanten formkorrespondierender Ausnehmungen, die am Ende des Deformationsrohrs angeordnet sind, in formschlüssigem Eingriff.

[0013] Dies bedeutet zunächst einmal, dass die Verbindung zwischen Deformationsrohr und Deformierkonus nunmehr als Kombination aus Kraftschluss und Formschluss vorliegt, wobei jedoch die Kraftschluss bzw. Formschluss bestimmenden Merkmale bzw. Parameter unabhängig voneinander gestaltet bzw. dimensioniert werden können. Insbesondere kann der nach wie vor für das Crashverhalten bestimmende Kraftschluss bzw. Presssitz zwischen Deformierkonus und Deformationsrohr nun vollkommen unabhängig von der gewünschten Torsionsfestigkeit der Verbindung zwischen Deformierkonus und Deformationsrohr eingestellt werden, da hohe Drehmomente, die über die mittels Kraftschluss übertragbaren Kräfte hinausgehen, ohne weiteres über den zusätzlich vorhandenen Formschluss übertragen werden können.

[0014] Es ist für das Wesen der Erfindung nicht entscheidend, durch welche Elemente des Deformierkonus bzw. des Deformationsrohrs die zueinander formkorrespondierenden Kanten dieser beiden Teile gebildet werden, solange sich damit zusätzlich zum vorhandenen Kraftschluss eine sichere Drehmomentübertragung mittels Formschluss gewährleisten lässt. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung werden jedoch die Erhebungen des Deformierkonus durch einen n-seitigen pyramidenstumpfförmigen Bereich des Deformierkonus gebildet. Dies bedeutet, dass die hierzu formkorrespondierenden Kanten des Deformationsrohrs – im einfachsten Fall beim Aufpressen des Deformationsrohrs auf den Deformierkonus – dadurch gebildet werden, dass der pyramidenstumpfförmige Bereich des Deformierkonus das Deformationsrohr ebenfalls pyramidenstumpfförmig umformt. Ebenso gut kann

das Ende des Deformationsrohrs jedoch bereits im Vorfeld der Montage von Deformationsrohr und Deformierkonus innenseitig entsprechend umgeformt sein.

[0015] Diese Ausführungsform besitzt neben ihrer besonders großen Einfachheit den zusätzlichen Vorteil, dass die durch den pyramidenstumpfförmigen Bereich des Deformierkonus gebildeten Kanten bzw. Flächen neben ihrer Funktion als formschlüssig drehmomentübertragende Elemente außerdem auch als Schneiden bzw. Führungsflächen wirken, die das kontrollierte Auftrennen und Verformen bzw. Aufwickeln des Deformationsrohrs im Crashfall unterstützen.

[0016] Die Wirkung der Schneiden des pyramidenstumpfförmig gestalteten Bereichs des Deformierkonus in Bezug auf Drehmomentübertragung und Steuerung des Crashverhaltens kann außerdem, wie dies gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen ist, zusätzlich durch am Deformationsrohr längs angeordnete nutenförmige Materialschwächungen, die ebenfalls dem kontrollierten Aufreißen und Verformen des Deformationsrohrs dienen, wirksam unterstützt werden. Über Variationen der Wanddicke des Deformationsrohrs und über Variationen der Anzahl und Anordnung der Materialschwächungen lässt sich dabei das Verhalten der Deformationsanordnung in weitem Bereich an die zu erwartenden Beanspruchungen anpassen.

[0017] Ebenso ist es jedoch auch möglich, ein Deformationsrohr ganz ohne die genannten nutenförmigen Materialschwächungen einzusetzen, da die Kanten und Flächen des pyramidenstumpfförmigen Bereichs, im Unterschied zum Stand der Technik, auch ohne weitere Maßnahmen für ein kontrolliertes Aufschneiden und Verformen des Deformationsrohrs im Crashfall sorgen.

[0018] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung werden die zu den Kanten der Erhebungen des Deformierkonus formkorrespondierenden Kanten des Deformationsrohrs durch entlang von Mantellinien des Deformationsrohrs verlaufende, am Ende des Deformationsrohrs eingebrachte kurze Einschnitte gebildet. Diese Einschnitte werden vor dem endseitigen Aufweiten des Deformationsrohrs eingebracht, so dass die Einschnitte durch das anschließende Aufweiten des Deformationsrohrs zu V-förmigen Ausnehmungen mit jeweils zwei Kanten werden, in die wiederum die Kanten entsprechender Erhebungen des Deformierkonus eingreifen können.

[0019] Dies ist vorteilhaft insofern, als die zur Drehmomentübertragung notwendigen Kanten des Deformationsrohrs so auf äußerst einfache Weise erzeugt werden können.

[0020] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die zur Drehmomentübertragung dienenden Kanten des Deformationsrohrs durch in das Innere des Deformationsrohrs weisende, abgekantete Laschen gebildet, die im Bereich zumindest einer endseitigen Ausklinkung des Deformationsrohrs angeordnet sind. Dabei kann die Ausklinkung entweder offen am Ende des Deformationsrohrs oder aber auch mit geschlossenem Umfang im Bereich des Endes des Deformationsrohrs angeordnet sein. Insbesondere eine geschlossene Ausklinkung besitzt dabei den Vorteil, besonders hohe Drehmomente übertragen zu können. Die abgekanteten Laschen greifen in entsprechende, formkorrespondierende Ausnehmungen des Deformierkonus ein, wodurch wiederum die Drehmomentübertragung zwischen Deformationsrohr und Deformierkonus ermöglicht wird. Neben den im wesentlichen in Längsrichtung des Deformationsrohrs verlaufenden Kanten, die zur Drehmomentübertragung dienen, können die abgekanteten Laschen jedoch auch weitere Kanten aufweisen, die beispielsweise in Umfangsrichtung des Deformationsrohrs verlaufen. Auf diese Weise kann die Befestigung des Deformierkonus im Deformationsrohr zusätzlich gegen unerwünschtes Herausziehen des Deformierkonus aus dem Deformationsrohr in axialer Richtung gesichert werden.

[0021] Zur zusätzlichen, besonders exakten Steuerung der Verformung des Deformationsrohrs im Crashfall kann der Deformierkonus, wie dies gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung vorgesehen ist, einen sich trompetenförmig oder torusförmig erweiternden Querschnittbereich umfassen. Durch den trompetenförmigen oder torusförmigen Verlauf der Oberfläche des Deformierkonus lässt sich erreichen, dass das in einem Crashfall durch die Kanten oder Schneiden des Deformierkonus in Längsstreifen aufgetrennte Deformationsrohr kontrolliert dergestalt umgeformt wird, dass die Streifen zu verhältnismäßig engen Spiralen aufgewickelt werden. Hierdurch lässt sich die durch die Verformung des Deformationsrohrs dissipierte mechanische Energie besonders exakt dimensionieren, außerdem verhindert das kontrollierte Aufwickeln der abgetrennten Streifen des Deformationsrohrs die Entstehung von Gefahren durch die schnelle Bewegung der scharfkantigen Metallstreifen.

[0022] Der Deformierkonus kann außerdem, wie dies gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgesehen ist, auch einen Lagersitz zur Aufnahme einer Lagerung für die Lenkwelle umfassen. Dies ermöglicht einerseits eine Reduzierung der im Bereich der Lenksäule notwendigen Bauteileanzahl. Andererseits können auf diese Weise die im Crashfall, beispielsweise durch Aufprall des Oberkörpers auf das Lenkrad, entstehenden hohen Kräfte unmittelbar in den Deformierkonus eingeleitet werden, wo sie sich durch Verformung des Deformationsrohrs

unschädlich machen lassen.

[0023] Die Deformationsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung lässt sich neben der Anwendung im oberen Teil der Lenksäule außerdem auch beispielsweise in der Lenkzwischenwelle einsetzen. Hierzu ist es gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass der Deformierkonus eine Gabel eines Kardangelenks der Lenkwelle umfasst. Dies bedeutet mit anderen Worten, dass sowohl das Deformationsrohr als auch der Deformierkonus auf diese Weise eine Doppelfunktion erfüllen, indem sie sowohl der Energieaufnahme im Crashfall als auch gleichzeitig als drehmomentübertragende Elemente im Lenkstrang, für den Normalbetrieb der Lenkung dienen.

[0024] Die erfindungsgemäße Deformationsanordnung lässt sich mit einer ähnlichen Doppelfunktion außerdem auch im oberen Teil des Lenkstrangs einsetzen. Hierzu ist es gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass der Deformierkonus Teil des Lenkrades ist bzw. mit dem Lenkrad drehfest verbunden ist. Dabei bildet das Deformationsrohr gleichzeitig den oberen Teil der Lenkwelle.

[0025] Auf diese Weise ist es sogar denkbar, auf die bisher stets zusätzlich notwendige, äußerst aufwändige teleskopierbare obere Lenkwelle zu verzichten, da deren Aufgabe der Drehmomentübertragung nun ebenfalls durch das Deformationsrohr übernommen werden kann.

[0026] Um die Fähigkeit zur Übertragung hoher Drehmomente bzw. des kontrollierten Auftrennens des Deformationsrohrs in einem Crashfall in einzelne Streifen weiter zu verbessern, ist es gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, dass die Erhebungen des Deformierkonus, deren Kanten mit dem Deformationsrohr in Eingriff stehen, Aufsätze mit im wesentlichen in konusradialer Richtung verlaufenden Kanten umfassen. Diese Aufsätze können beispielsweise, jedoch keineswegs ausschließlich, in Form von zylindrischen oder prismatischen Fortsätzen vorliegen, die sich im wesentlichen in radialer Richtung am Grund der trompetenförmigen bzw. torusförmigen Oberfläche des Deformierkonus erheben. Hierdurch wird insbesondere eine äußerst wirksame Verdrehsicherung zwischen Deformierkonus und Deformationsrohr erzielt.

[0027] Die Erhebungen des Deformierkonus können jedoch auch in Form von Aufsätzen mit im wesentlichen in konusradialer Richtung verlaufenden Schneiden vorliegen, die am Grund der trompetenförmigen bzw. torusförmigen Oberfläche des Deformierkonus angeordnet sind. Hierdurch lassen sich ebenfalls hohe Drehmomente übertragen, außerdem wird jedoch in einem Crashfall das kontrollierte Auf-

trennen des Deformationsrohrs in einzelne Streifen durch diese Gestaltung des Deformierkonus äußerst wirksam unterstützt.

Ausführungsbeispiel

[0028] Im Folgenden wird die Erfindung anhand lediglich Ausführungsbeispiele darstellender Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt:

[0029] **Fig. 1** in schematischer perspektivischer Darstellung eine erste Ausführungsform einer Deformationsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0030] **Fig. 2** in einer der **Fig. 1** entsprechenden Darstellung den Deformierkonus der Deformationsanordnung gemäß **Fig. 1**;

[0031] **Fig. 3** eine weitere Ausführungsform einer Deformationsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung;

[0032] **Fig. 4** die Deformationsanordnung gemäß **Fig. 3** in vergrößerter Ansicht;

[0033] **Fig. 5** eine Deformationsanordnung für eine Lenkzwischenwelle;

[0034] **Fig. 6** die Deformationsanordnung gemäß **Fig. 5** in vergrößerter Ansicht;

[0035] **Fig. 7-4** eine weitere Ausführungsform einer Deformationsanordnung für eine Lenkzwischenwelle in verschiedenen Ansichten;

[0036] **Fig. 10** eine dritte Ausführungsform einer Deformationsanordnung für eine Lenkzwischenwelle; und

[0037] **Fig. 11** Teile der Deformationsanordnung gemäß **Fig. 10** in vergrößerter Ansicht.

[0038] In **Fig. 1** ist eine erste Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Deformationsanordnung in perspektivischer Ansicht dargestellt. Man erkennt zunächst einen Deformierkonus **1** sowie ein Deformationsrohr **2**. Das Deformationsrohr **2** ist dabei auf den Deformierkonus **1** aufgedrückt, wodurch der in **Fig. 1** nur teilweise sichtbare pyramidenstumpfförmige Bereich **3** des Deformierkonus **1** unter Aufweitung des konusseitigen Endes des Deformationsrohrs **2** in das Deformationsrohr **2** eingedrungen ist. Durch diese Aufweitung des Deformationsrohrs **2** erhält das Ende des Deformationsrohrs **2** eine leicht tulpenförmige Gestalt mit insbesondere auf seiner Innenseite durch die Kanten des pyramidenstumpfförmigen Bereichs **3** des Deformierkonus **1** eingepprägten kantenförmigen Materialschwächungen sowie mit dazwischenliegenden abgeflachten Bereichen.

[0039] Die so gebildeten zueinander jeweils formkorrespondierenden Kanten bzw. Flächen von Deformierkonus **1** und Deformationsrohr **2** dienen der sicheren Übertragung auch höherer Drehmomente, die über die lediglich per Presssitz übertragbaren Drehmomente weit hinausgehen können. Derart hohe Drehmomente können im Fall der in **Fig. 1** und **2** gezeigten Ausführungsform der Deformationsanordnung beispielsweise dadurch entstehen, dass im Crashfall ein Knie des Fahrers von unten auf das Cockpit aufschlägt und auf diese Weise eine hohe Drehmomentbelastung auf den mit der Struktur des Cockpit verbundenen Deformierkonus **1** ausübt. Zur Verbindung mit der Cockpitstruktur weist der hier gezeigte Deformierkonus **1** prismenförmige Ausnehmungen **4** auf, die beispielsweise in formkorrespondierende Vorsprünge, z. B. Rundstäbe, am Cockpit eingreifen können.

[0040] Ebenfalls in **Fig. 1** zu sehen ist ein Überstand der Lenkwelle **5** auf der dem Deformationsrohr **2** abgewandten Seite des Deformierkonus **1**. Hier wird beispielsweise das Lenkrad mit der Lenkwelle **5** verbunden. Das obere Lager der Lenkwelle **5** ist dabei in den Deformierkonus **1** integriert, was in **Fig. 1** und **2** jedoch nicht dargestellt ist.

[0041] **Fig. 2** zeigt den Deformierkonus **1** der Deformationsanordnung gemäß **Fig. 1**, wobei in **Fig. 2** das Deformationsrohr **2** zur besseren Erkennbarkeit von Form und Struktur des Deformierkonus **1** entfernt wurde. Man erkennt insbesondere den aus einem zylindrischen Bereich **6** und einem an den zylindrischen Bereich **6** anschließenden pyramidenstumpfförmigen Bereich **3** bestehenden Kontaktbereich zwischen Deformierkonus **1** und Deformationsrohr **2**. Beim Zusammenbau von Deformierkonus **1** und Deformationsrohr **2** wird der zylindrische Bereich **6** gänzlich und der pyramidenstumpfförmige Bereich **3** teilweise in das Deformationsrohr **2** eingepresst.

[0042] Dabei bildet sich zwischen dem Außendurchmesser des zylindrischen Bereichs **6** des Deformierkonus **1** und dem Innendurchmesser des Deformationsrohrs **2** eine Presspassung, die zunächst für eine stabile Verankerung zwischen Deformierkonus **1** und Deformationsrohr **2** sorgt. Größere Drehmomente, wie sie beispielsweise bei einem Fahrzeugcrash oder auch bei stoßartigen Belastungen im Bereich der Lenkstockhebel auftreten können, lassen sich jedoch durch eine Kombination aus Kraftschluss im zylindrischen Bereich **6** des Deformierkonus **1** und Formschluss im pyramidenstumpfförmigen Bereich **3** des Deformierkonus **1**, jeweils zusammen mit den dementsprechenden Bereichen des Deformationsrohrs **2**, aufnehmen.

[0043] Aus den **Fig. 1** und **2** geht außerdem die trompetenförmige bzw. torusförmige Form **7** des äußeren Bereichs des Deformierkonus **1** hervor. In ei-

nem Crashfall werden Deformationsrohr **2** und Deformierkonus **1** durch die auftretenden Kräfte aufeinander zu geschoben. Dadurch wird das Deformationsrohr **2** auf den pyramidenstumpfförmigen Bereich **3** des Deformierkonus **1** aufgeschoben, wodurch es zunächst zusätzlich aufgeweitet wird. Bei weiterer Zunahme der Kräfte reißt das dementsprechend dimensionierte Deformationsrohr **2** im Bereich der Kanten des pyramidenstumpfförmigen Bereichs **3** des Deformierkonus **1** in Rohrlängsrichtung ein und wird so in einzelne Längsstreifen aufgetrennt. Diese Längsstreifen werden beim weiteren Eindringen des Deformationsrohrs **2** in den Deformierkonus **1** durch die der Innenseite eines Torus nachgebildete Form **7** des Deformierkonus **1** radial nach außen abgelenkt und schließlich in einzelne Spiralen aufgewickelt. Hierdurch wird ein besonders gut definierbarer, sicherer und kontrollierter Energieabbau im Crashfall ermöglicht.

[0044] Fig. 3 und 4 zeigen eine weitere Ausführungsform einer Deformationsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung. Man erkennt zunächst den beispielsweise mit Anbauteilen des Cockpits verbindbaren Deformierkonus **1** sowie das auf einen zylindrischen Fortsatz des Deformierkonus **1** aufgepresste Deformationsrohr **2**. Insbesondere aus der vergrößerten Darstellung der Fig. 4 geht hervor, wie die formkonespondierenden Kanten **8** bzw. **9** von Deformierkonus **1** und Deformationsrohr **2** gebildet sind und auf welche Weise diese Kanten **8** bzw. **9**, eine torsionsfeste Verbindung bildend, ineinander eingreifen bzw. aneinander anliegen.

[0045] Diesbezüglich erkennt man zunächst in Längsrichtung am Endbereich des Deformationsrohrs **2** angeordnete Ausnehmungen in Form von Einschnitten **10**. Durch diese Einschnitte wird eine Anzahl von Laschen **11**, **12** geschaffen, die jeweils unterschiedlichen Bereichen **13**, **14** des Deformierkonus **1** zugeordnet sind. So kommen beim Einpressen des Deformierkonus **1** in das Ende des Deformationsrohrs **2** die Laschen **11** auf entsprechenden rampenartigen Bereichen **13** des Deformierkonus **1** zu liegen, wodurch diese Laschen **11** den rampenartigen Bereichen **13** entsprechend nach außen gebogen und trichterförmig aufgeweitet werden. Die zwischen den nach außen gebogenen Laschen **11** angeordneten weiteren Laschen **12** behalten jedoch ihre ursprüngliche Ausrichtung bei und kommen in entsprechende Längsausnehmungen bzw. Vertiefungen des trichterförmigen Bereichs des Deformierkonus **1** zu liegen, die zwischen jeweils zwei rampenförmigen Bereichen **13** bzw. zwischen jeweils zwei Kanten **8** angeordnet sind.

[0046] Dies bedeutet mit anderen Worten, dass die am Ende des Deformationsrohrs **2** gebildeten Laschen **11**, **12** abwechselnd nach außen gebogen werden bzw. unverformt bleiben, wodurch die Längskan-

ten **9** dieser Laschen **11**, **12** freigelegt werden. Die Kanten **9** der nicht verformten Laschen **12** bilden sodann mit den am Deformierkonus **1** angeordneten Kanten **8**, deren Abstand voneinander der Breite der Laschen **12** entspricht, die formschlüssige torsionsfeste Verbindung zwischen Deformierkonus **1** und Deformationsrohr **2**.

[0047] Ähnlich wie bei der in Fig. 1 und 2 gezeigten Ausführungsform weist der Deformierkonus **1** der Ausführungsform gemäß Fig. 3 und 4 ebenfalls einen im wesentlichen trompetenförmigen bzw. torusförmigen Verlauf im Außenbereich auf. Dieser ist bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 und 4 jedoch in einzelne Flächenbereiche aufgelöst, wobei die Bereiche **14** für die Verformung der bereits vorverformten Laschen **11** des Deformationsrohrs **2** und die Rampen **15** für die Verformung der zunächst noch geraden Laschen **12** des Deformationsrohrs **2** zuständig sind.

[0048] In den Fig. 5 und 6 ist eine Ausführungsform einer Deformationsanordnung gemäß der vorliegenden Erfindung dargestellt, die sich insbesondere zum Einsatz im Bereich einer Lenkzwischenwelle eignet. Man erkennt die durch zwei Kardangelenke **16**, **17** begrenzte, gleichzeitig das Deformationsrohr **2** bildende Lenkzwischenwelle, wobei sich am zeichnungsbezogen linken Kardangelenk **16** beispielsweise das Lenkgetriebe, und am zeichnungsbezogen rechten Kardangelenk **17** beispielsweise die obere Lenksäule anschließt.

[0049] Ferner erkennt man in den Fig. 5 und 6 den mit einer Gelenkgabel **18** des Kardangelenks **17** zu einer Einheit zusammengefassten Deformierkonus **1**, der wiederum mit einem im wesentlichen zylindrischen Bereich **19** in das Ende des gleichzeitig die Lenkzwischenwelle bildenden Deformationsrohrs **2** eingepresst ist. Zur Übertragung hoher Drehmomente, zu denen in diesem Fall insbesondere auch Lenkmomente gehören können, ist das konusseitige Ende der Lenkzwischenwelle in eine Vielzahl von in Längsrichtung der Lenkzwischenwelle verlaufenden Laschen **11**, **12** aufgelöst.

[0050] Die Kanten **9** dieser Laschen **11**, **12** greifen in formkorrespondierende Kanten **8** am Deformierkonus **1** ein, die durch eine im Querschnitt treppen- bzw. rechteckförmige Struktur **20** aus abwechselnden Erhebungen und Vertiefungen im Deformierkonus **1** gebildet werden. Auf diese Weise lässt sich die Übertragung hoher Drehmomente sicher gewährleisten, während die Struktur der Laschen **11**, **12** des Deformationsrohrs **2** und die zugeordneten Kanten **8** des Deformierkonus **1** gleichzeitig für eine sichere und definierte Verformung und Auftrennung des Deformationsrohrs **2** im Crashfall sorgen.

[0051] An Stelle oder zusätzlich zu der durch die

treppen- bzw. rechteckförmige Struktur **20** des Deformierkonus **1** gebildeten Kanten **8** kann der Deformierkonus **1** auch am Grund des trompetenförmigen Bereichs bzw. im Überlappungsbereich mit den Laschen **11**, **12** des Deformationsrohrs **2** angeordnete, hier strichliert dargestellte Aufsätze bzw. Erhebungen **28** umfassen, die zusätzlich mit Schneiden **29** ausgerüstet sein können. Durch den Eingriff der Kanten bzw. Schneiden **29** solcher im wesentlichen in radialer Richtung verlaufenden Aufsätze **28** lässt sich sowohl hohes Drehmoment übertragen, als auch das kontrollierte Auftrennen des Deformationsrohrs **2** im Crashfall besonders gut unterstützen.

[0052] Die Fig. 7 bis 9 zeigen in verschiedenen Ansichten eine weitere Ausführungsform einer aus Deformierkonus **1** und Deformationsrohr **2** bestehenden Deformationsanordnung. Bei dieser Ausführungsform wurde auf große Teile des trompetenförmigen Bereichs des Deformierkonus **1** verzichtet, wodurch hier im wesentlichen lediglich die umlaufende Begrenzungskante **21** zwischen Gelenkgabel **18** und zylindrischem Bereich **19** des Deformierkonus **1**, sowie die sich daran anschließenden Schultern der Gelenkgabel **18**, für die Aufweitung und Verformung des Deformationsrohrs **2** im Crashfall zuständig sind. Diese Aufweitung und Verformung des Deformationsrohrs **2** wird durch die schlitzförmigen Ausnehmungen **22** am Ende des Deformationsrohrs **2** unterstützt.

[0053] Bei der in Fig. 7 bis 9 dargestellten Ausführungsform wird die Aufgabe der Übertragung hoher Drehmomente durch eine Kombination aus abgekanteten Laschen **23** mit zu den Kanten dieser Laschen formkorrespondierenden Konturen **24** am zylindrischen Teil des Deformierkonus **1** erfüllt. Die abgekanteten Laschen **23** des Deformationsrohrs **2** sind am Innenumfang von Ausklinkungen **25** im Endbereich des Deformationsrohrs **2** angeordnet. Die mit den Kanten dieser Laschen **23** formkorrespondierenden Konturen **24** am Deformierkonus **1** werden durch kleine, etwa quaderförmige Erhebungen **24**, die ihrerseits wiederum in Ausnehmungen angeordnet sind, im zylindrischen Bereich **19** des Deformierkonus **1** gebildet.

[0054] Diese Ausführungsform verbindet den Vorteil einer äußerst einfachen und damit kostengünstigen Gestaltung mit der zusätzlichen Möglichkeit einer Sicherung gegen axiales Herausziehen des Deformierkonus **1** bzw. der Gelenkgabel **18** aus dem Ende des Deformationsrohrs **2** bzw. der Lenkzwischenwelle. Hierzu weist der Deformierkonus **1** bzw. die Gelenkgabel **18** in ihrem zylindrischen Bereich zusätzlich in Umfangsrichtung verlaufende Erhebungen bzw. Kanten **26** auf, die mit weiteren, ebenfalls durch die Einprägungen in Form abgekanteter Laschen **23** gebildeten Kanten des Deformationsrohrs **2** in formschlüssigem Eingriff stehen.

[0055] Dies bedeutet mit anderen Worten, dass sich Deformierkonus **1** bzw. Gelenkgabel **18** sowie Deformationsrohr **2** bzw. Lenkzwischenwelle bei dieser Ausführungsform im wesentlichen mittels einer kombinierten Press- und Schnappverbindung montieren lassen. Dabei verbindet diese kombinierte Press- und Schnappverbindung in vorteilhafter und kostensparender Weise die Aufgaben der Übertragung hoher Drehmomente und der Dissipation mechanischer Energie im Crashfall.

[0056] Fig. 10 und 11 zeigen eine weitere Ausführungsform einer Deformationsanordnung. Man erkennt zunächst den als Gabel **18** eines Kardangelenks, beispielsweise für eine Lenkzwischenwelle **2**, ausgeführten Deformierkonus **1** sowie ein Deformationsrohr **2**, das im Bereich **19** mit einem im wesentlichen zylindrischen Fortsatz der Gelenkgabel **18** bzw. des Deformierkonus **1** verpresst ist.

[0057] Die auch bei dieser Ausführungsform bezüglich Torsion vorhandene formschlüssige Verbindung zwischen Gelenkgabel **18** und Lenkzwischenwelle **2** wird wiederum durch das Zusammenwirken von als Schneiden ausgebildeten Kanten **9** rohrdseitiger kurzer Ausnehmungen **10** in Form von Einschnitten in die Lenkzwischenwelle **2** sowie diesen Kanten **9** zugeordneter Gegenkanten bzw. Anschlagflächen **8** an der Gelenkgabel **18** gebildet. Die Kanten **9** der Einschnitte **10** in das Deformationsrohr **2** sind zum Zweck des Eingriffs durch die Gelenkgabel **18** wiederum dadurch freigelegt, dass die durch jeweils zwei benachbarte Einschnitte **10** definierte Laschen **11**, **12** am Ende der Lenkzwischenwelle **2** abwechselnd nach außen abgewinkelt (**11**) bzw. abwechselnd nicht verformt werden (**12**).

[0058] Die aufweitende Wirkung der Gelenkgabel **18** als Deformierkonus **1**, die bei einem Crashfall zum Tragen kommt, wird auch bei dieser Ausführungsform durch die beiden schrägen Außenschultern der Gelenkgabel **18** übernommen. Im Crashfall werden Gelenkgabel **18** und Lenkzwischenwelle **2** aufeinander zu geschoben und das gelenkseitige Ende der Lenkzwischenwelle **2** wird durch die Schultern der Gelenkgabel **18** zunächst aufgeweitet und schließlich in vier einzelne Streifen aufgerissen.

[0059] Um das kontrollierte und definierte Verformen und Aufreißen der Lenkzwischenwelle **2** im Crashfall zu unterstützen, weist die Lenkzwischenwelle **2** rohrinnenseitig in Längsrichtung verlaufende nutenartige Materialschwächungen **27** auf, die am Grund der rohrdseitigen Einschnitte **10** der Lenkzwischenwelle **2** münden.

[0060] Nach dem Gesagten wird im Ergebnis deutlich, dass dank der Erfindung der Aufbau von Deformationsanordnungen, insbesondere für Lenkstränge von Kraftfahrzeugen, wesentlich vereinfacht werden

kann. Dabei lässt sich gleichzeitig sowohl die Sicherheit so ausgerüsteter Lenkstränge im Betrieb als auch die Reproduzierbarkeit des Verhaltens des Lenkstrangs im Crashfall erheblich verbessern, wobei die erfindungsgemäße Deformationsanordnung gleichzeitig energieverzehrendes und drehmomentübertragendes Element des Lenkstrangs sein kann. Trotz der durch die Erfindung ermöglichten Qualitätsverbesserung am Produkt werden dank der Erfindung gleichzeitig beträchtliche Vereinfachungen und Kosteneinsparungen bei der Herstellung von Lenksträngen für Kraftfahrzeuge erzielt.

Bezugszeichenliste

1	Deformierkonus
2	Deformationsrohr
3	pyramidenstumpfförmiger Bereich
4	prismenförmige Ausnehmungen
5	Lenkwelle
6	zylindrischer Bereich
7	Trompeten- oder Torusform
8	Kante
9	Kante
10	Ausnehmung
11	Lasche
12	Lasche
13	Bereich
14	Bereich
15	Rampen
16	Kardangelen
17	Kardangelen
18	Gelenkgabel
19	zylindrischer Bereich
20	rechteckförmige Struktur
21	Begrenzungskante
22	schlitzförmige Ausnehmung
23	Einprägung
24	Erhebung
25	Einprägung
26	Kanten
27	Ausnehmung (Materialschwächung)
28	Erhebung
29	Schneide

Patentansprüche

1. Deformationsanordnung, insbesondere für die Lenksäule eines Kraftfahrzeugs, die Deformationsanordnung umfassend ein zumindest an einem Ende definiert verformbares Deformationsrohr (2) sowie einen dem verformbaren Ende des Deformationsrohrs (2) zugeordneten Deformierkonus (1), wobei der Deformierkonus (1) teilweise in das Ende des Deformationsrohrs (2) kraftschlüssig eingepresst ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Deformierkonus (1) zumindest eine im wesentlichen entlang seiner Mantellinien angeordnete Erhebung (13, 28) bzw. Ausnehmung aufweist, deren Kanten (8) mit Kanten (9) zumindest einer zur Konuserhebung bzw. Konusaus-

nehmung formkorrespondierenden Einprägung (23, 25) bzw. zur Konuserhebung bzw. Konusausnehmung formkorrespondierenden Ausnehmung (10) am konusseitigen Ende des Deformationsrohrs (2) in formschlüssigem Eingriff stehen.

2. Deformationsanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen des Deformierkonus (1) durch einen n-seitigen pyramidenstumpfförmigen Bereich (3) des Deformierkonus (1) gebildet sind.

3. Deformationsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die zu den Kanten (8) der Erhebungen (13) des Deformierkonus (1) formkorrespondierenden Kanten (9) des Deformationsrohrs (2) durch nutenförmige, am Innenumfang des Deformationsrohrs (2) in Längsrichtung angeordnete Ausnehmungen (27) gebildet sind.

4. Deformationsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die zu den Kanten (8) der Erhebungen (13) des Deformierkonus (1) formkorrespondierenden Kanten (9) des Deformationsrohrs (2) durch vor einem endseitigen Aufweiten in das Deformationsrohr (2) eingebrachte, entlang von Mantellinien des Deformationsrohrs (2) verlaufende kurze Einschnitte (10) in das Deformationsrohr (2) gebildet sind.

5. Deformationsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zu Kanten (8) von Erhebungen (13) bzw. Ausnehmungen des Deformierkonus (1) formkorrespondierenden Kanten (9) des Deformationsrohrs (2) durch abgekantete Laschen (23) im Bereich zumindest einer endseitigen Ausklinkung (25) des Deformationsrohrs (2) gebildet sind.

6. Deformationsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Deformierkonus (1) eine sich trompetenförmig oder torusförmig erweiternde Form (7) zur exakten Steuerung der Verformung des Deformationsrohrs (2) aufweist.

7. Deformationsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Deformierkonus (1) einen Lagersitz zur Aufnahme einer Lagerung für eine Lenkwelle (5) umfasst.

8. Deformationsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Deformierkonus (1) eine Gelenkgabel (18) eines Kardangelenks (16, 17) der Lenkwelle umfasst.

9. Deformationsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Deformierkonus (1) Teil des Lenkrades ist bzw. mit dem Lenkrad drehfest verbunden ist, wobei das De-

formationsrohr (2) einen Teil einer Lenkwelle bildet.

10. Deformationsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen des Deformierkonus (1) Erhebungen oder Aufsätze (28) mit im wesentlichen in konusradialer Richtung verlaufenden Kanten umfassen.

11. Deformationsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Erhebungen des Deformierkonus (1) Aufsätze (28) mit im wesentlichen in konusradialer Richtung verlaufenden schneidenförmigen Bereichen (19) umfassen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

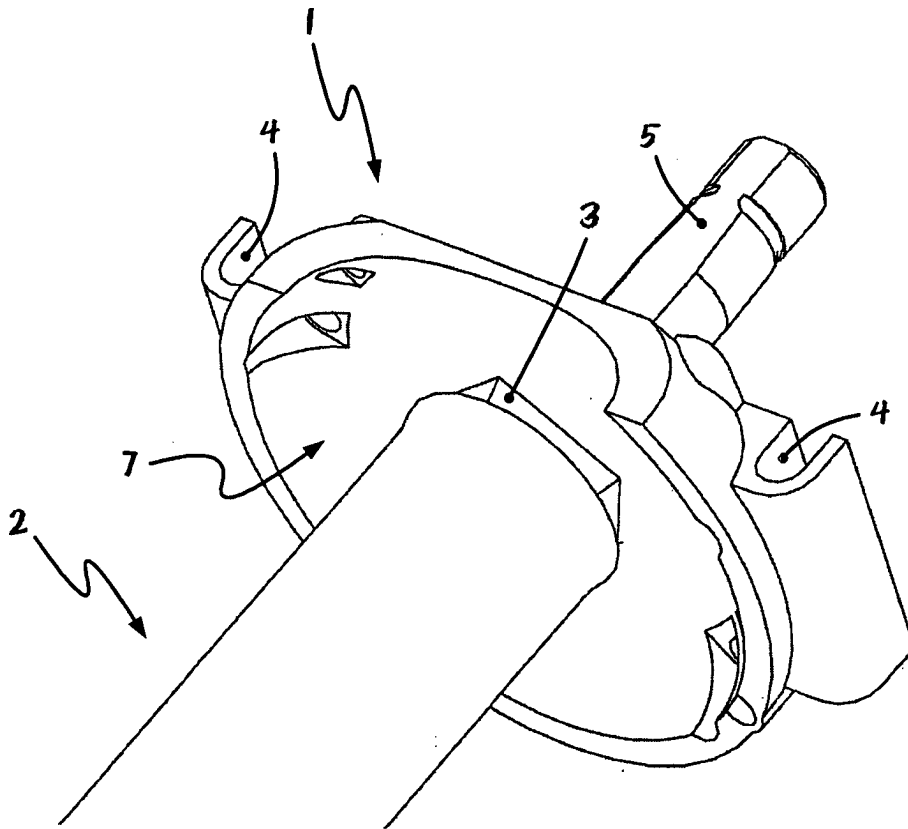


Fig. 1

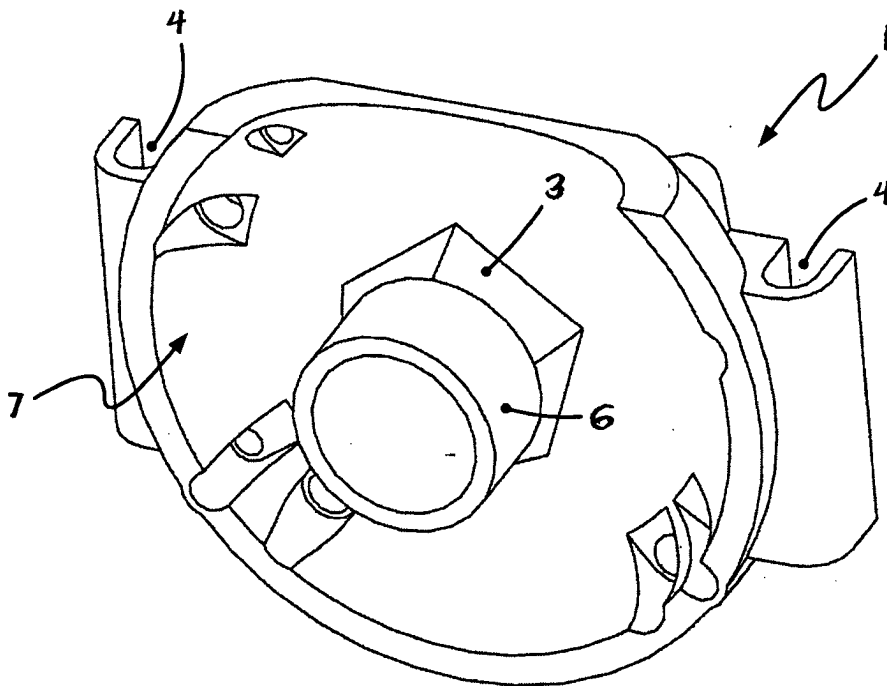


Fig. 2

Fig. 3

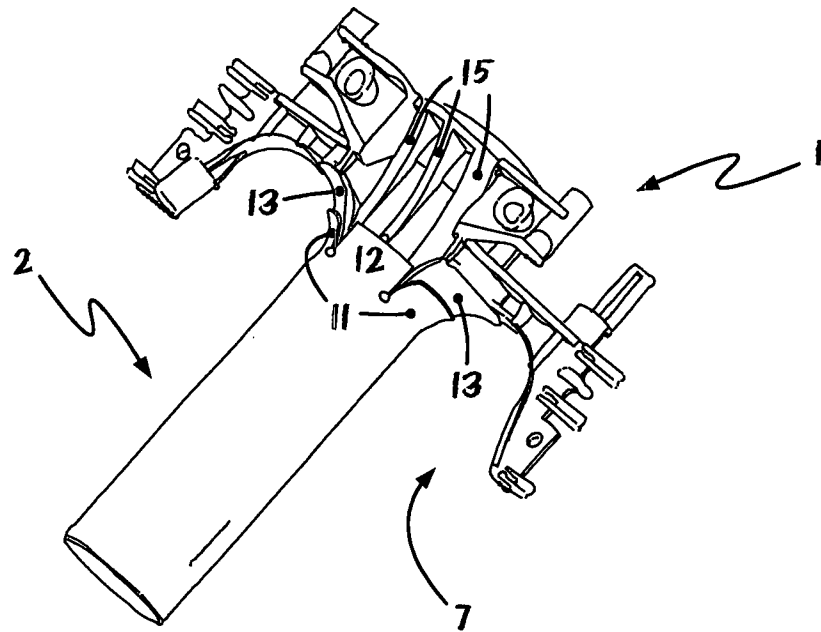
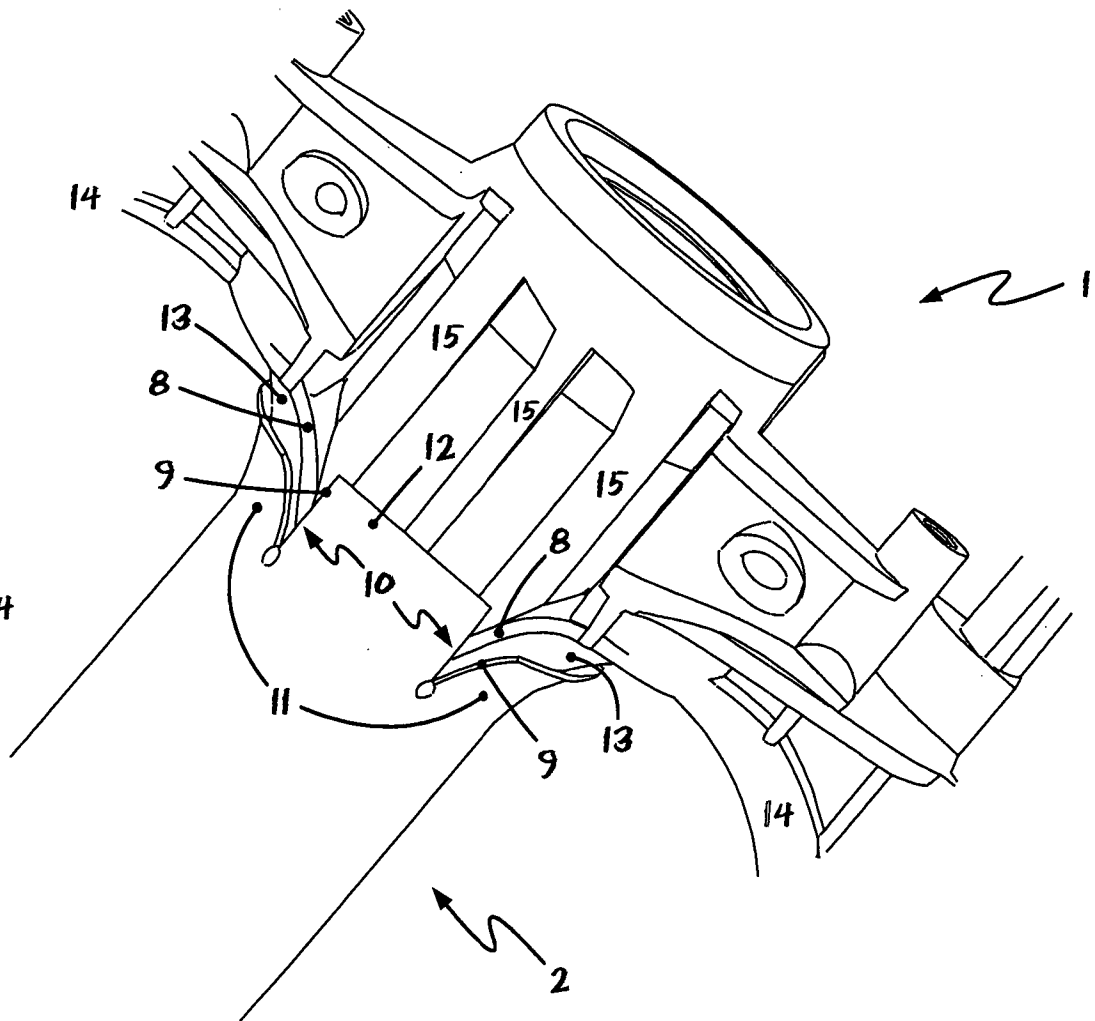


Fig. 4



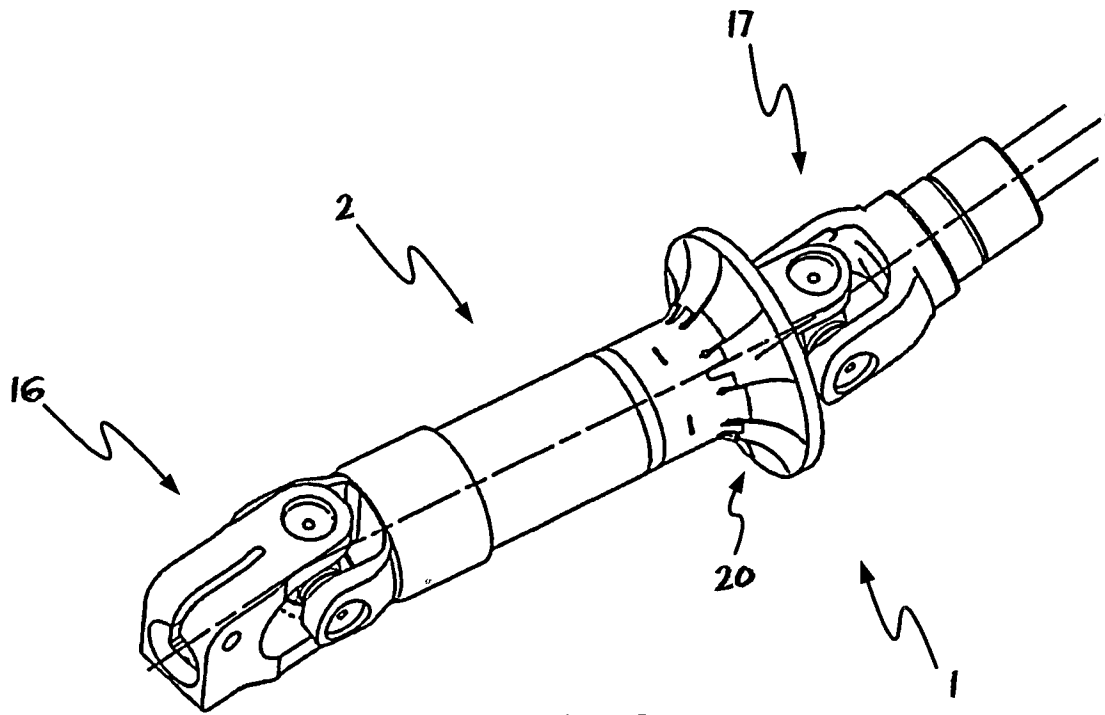


Fig. 5

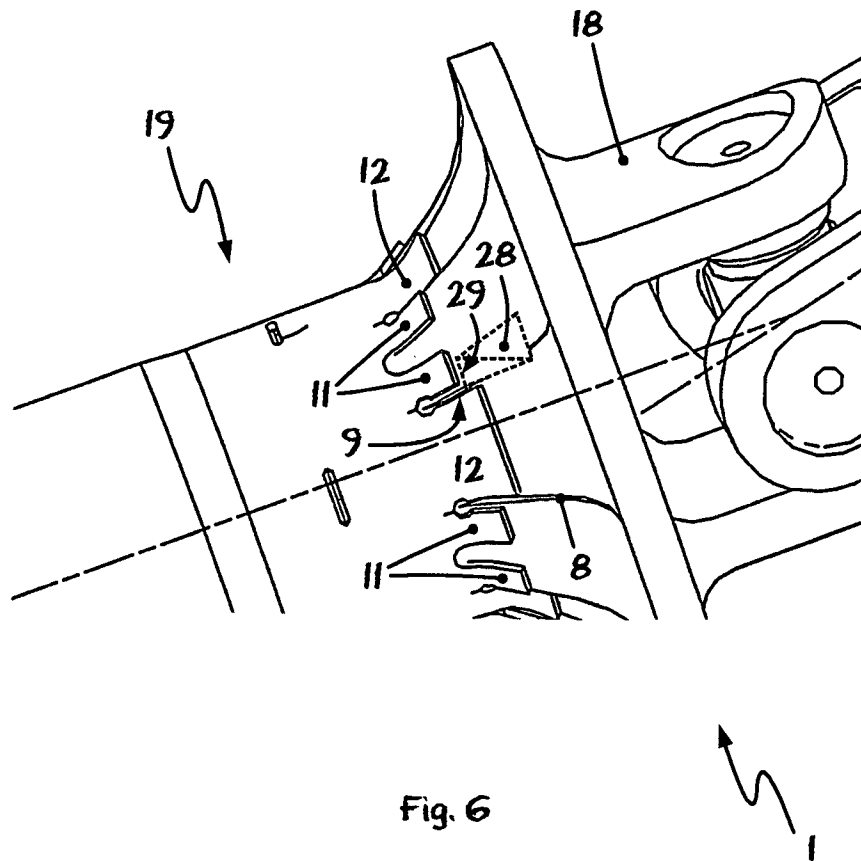


Fig. 6

