



(10) **DE 10 2014 102 807 B3** 2015.04.02

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 102 807.4**  
(22) Anmeldetag: **04.03.2014**  
(43) Offenlegungstag: –  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **02.04.2015**

(51) Int Cl.: **B62D 1/16** (2006.01)  
**B62D 3/12** (2006.01)  
**B62D 15/02** (2006.01)  
**B62D 6/10** (2006.01)  
**B62D 5/083** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
**ThyssenKrupp Presta AG, Eschen, LI**

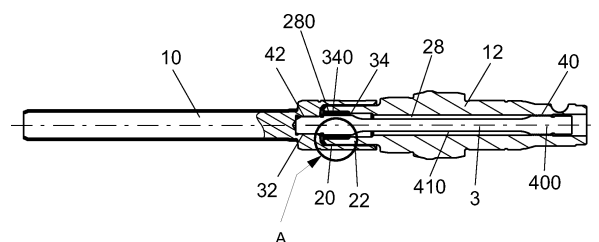
(72) Erfinder:  
**Strobel, Joseph-Léon, Mauren, LI**

(74) Vertreter:  
**df-mp Dörries Frank-Molnia & Pohlman**  
**Patentanwälte Rechtsanwälte PartG mbB, 80333**  
**München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**DE 100 03 738 A1**  
**DE 100 10 837 A1**

(54) Bezeichnung: **Lenkwelle für eine Kraftfahrzeuglenkung**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lenkwelle (1) für eine Kraftfahrzeuglenkung, bevorzugt zur Verwendung mit einer Hilfskraftunterstützung (112, 114, 116), umfassend einen ersten Wellenteil (12) mit einer Bohrung (28), in welcher zur Übertragung eines Drehmoments ein Drehstab (3) zur drehelastischen Kopplung des ersten Wellenteils (12) mit einem zweiten Wellenteil (10) vorgesehen ist, wobei der Drehstab (3) in der Bohrung (28) gegenüber dem ersten Wellenteil (12) über ein Lagerelement (340) drehbar gelagert ist, wobei das Lagerelement (340) ein Vorspannelement (344, 346, 348) umfasst.



**Beschreibung**

## Technisches Gebiet

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Lenkwelle für eine Kraftfahrzeuglenkung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Bevorzugt ist die Lenkwelle für eine Kraftfahrzeuglenkung zur Verwendung mit einem Lenksystem mit einer Hilfskraftunterstützung vorgesehen.

## Stand der Technik

**[0002]** Im Bereich von Lenkwellen für Kraftfahrzeuglenkungen ist es bekannt, ein über eine Eingangswelle eingetragenes Drehmoment relativ zu einer Ausgangswelle zu bestimmen. Das so bestimmte Drehmoment kann die Grundlage für die Bestimmung eines in das Lenksystem einzubringenden Hilfsdrehmomentes beziehungsweise einer Hilfskraft einer Hilfskraftunterstützung zur Lenkunterstützung des Fahrers darstellen. Hierzu ist es bekannt, die Lenkwelle des Kraftfahrzeuges in eine Eingangswelle und eine Ausgangswelle zu unterteilen, wobei die Eingangswelle üblicherweise mit dem Lenkrad des Kraftfahrzeuges verbunden ist, über welches ein Fahrer das entsprechende Lenkdrehmoment beziehungsweise den entsprechenden Lenkbefehl in die Eingangswelle einträgt. Die Ausgangswelle ist üblicherweise direkt oder indirekt mit dem Lenkritzel verbunden, welches über eine entsprechende Zahnstange und Spurstangen die Lenkbewegung auf die gelenkten Räder des Kraftfahrzeuges überträgt.

**[0003]** Hilfskraftunterstützungen, beispielsweise elektrische Hilfskraftunterstützungen oder hydraulische Hilfskraftunterstützungen, werden zum Eintragen der entsprechenden Hilfsdrehmomente üblicherweise an der Ausgangswelle, am Lenkritzel oder an der Zahnstange angesetzt. Die jeweilige Hilfskraftunterstützung wird dabei über die Bestimmung des vom Fahrer über das Lenkrad in die Eingangswelle eingetragenen Drehmoments bezüglich der Ausgangswelle angesteuert.

**[0004]** Hierbei ist es bekannt, die Eingangswelle und die Ausgangswelle einer Lenkwelle mittels eines Drehstabes, welcher auch als Torsionsstab oder „Torsion Bar“ bezeichnet wird, zu verbinden und über einen Drehmomentsensor das Eingangsdrehmoment aus dem relativen Verdrehwinkel zwischen der Eingangswelle und der Ausgangswelle zu bestimmen. Bei einer hydraulischen Servolenkung kann dies beispielsweise über ein Drehschieberventil stattfinden und bei einer elektromechanischen Servolenkung beispielsweise über entsprechende Magnetsensoren.

**[0005]** Lenkwellen für elektromechanische Hilfskraftunterstützungen werden zur Messung des einge-

tragenen Drehmoments genutzt. Beim Einbringen einer Lenkbewegung über ein Lenkrad des Kraftfahrzeuges durch den jeweiligen Fahrer wird ein Drehmoment in die Lenkwelle, und insbesondere in eine Eingangswelle, eingebracht, um schlussendlich die Räder des Kraftfahrzeuges zu verschwenken. Der zwischen der Eingangswelle und der Ausgangswelle angeordnete Drehstab dient dabei dazu, das eingebrachte Drehmoment von der Eingangswelle auf die Ausgangswelle zu übertragen, wobei er um ein definiertes Maß, welches dem über die Eingangswelle eingebrachten Drehmoment entspricht, tordiert wird, so dass eine relative Verdrehung zwischen der Eingangswelle und der Ausgangswelle erreicht wird. Aus dieser Relativverdrehung zwischen Eingangswelle und Ausgangswelle, welche mit dem Sensor abgetastet werden kann, kann die Hilfskraftunterstützung entsprechend angesteuert werden.

**[0006]** Da der Drehstab sowohl in der Eingangswelle als auch in der Ausgangswelle fixiert ist, erfolgt entsprechend eine Relativverdrehung zwischen der Eingangswelle und dem Drehstab sowie zwischen der Ausgangswelle und dem Drehstab. Die Verdrehung zwischen Eingangswelle und Drehstab rührt daher, dass der Drehstab in einer Bohrung an einem Ende der Bohrung der Eingangswelle rotationsfest gehalten ist, und sich dann durch die Bohrung hindurch zur Ausgangswelle zu erstreckt. Am Übergang zur Ausgangswelle findet entsprechend eine Relativverdrehung zwischen Drehstab und der gegenüberliegenden Wand der Bohrung der Eingangswelle statt.

**[0007]** Um eine Überlastung des Drehstabes zu verhindern, können die Eingangswelle und die Ausgangswelle über einen losen Formschluss miteinander verbunden oder gekoppelt sein, derart, dass ein direktes formschlüssiges Eingreifen der Eingangswelle mit der Ausgangswelle beim Überschreiten eines Maximalwerts für die elastische Verdrehung des Drehstabes auftritt.

**[0008]** Um Schiefstellungen zwischen der Eingangswelle und dem Drehstab zu verhindern, ist in der Bohrung ein Lagerelement vorgesehen, mittels welchem der Drehstab gegenüber dem ersten Wellenteil gelagert wird. Üblicherweise ist der Drehstab über ein Nadellager beziehungsweise eine Gleitbuchse als Lagerung in der Bohrung der Ausgangswelle gelagert. Um hier eine Verfälschung der Drehmomentmessung zu verhindern und gleichzeitig eine Geräuschbildung zu minimieren, welche beispielsweise durch ein vorhandenes Lagerspiel auftreten kann, bestehen an diese Lagerelemente hohe Toleranzanforderungen.

**[0009]** Aus der DE 100 10 837 A1 ist ein Drehschieber mit einer Drehstabbefestigung ohne spannende Bearbeitung bekannt, bei welchem ein Drehschieber, der eine mittige axiale Bohrung mit einer Wandung aufweist, sowie ein Drehstab, welcher koaxial in der

Bohrung angeordnet ist, vorgesehen sind und wobei zwischen dem Drehstab und der Wandung der koaxialen Bohrung ein Nadellager vorgesehen ist.

**[0010]** Die DE 100 03 738 A1 zeigt ein Drehschieberventil für Servolenkungen, bei welchem eine Verbindung zwischen einem Drehstab und einem Drehschieber geschaffen wird, die zum einen eine rationale Fertigung ermöglicht und zum anderen eine auf Dauer präzisere Justierung der hydraulischen Mittel-lage gewährleistet.

#### Darstellung der Erfindung

**[0011]** Ausgehend von dem genannten Stand der Technik ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Lenkwelle für eine Kraftfahrzeuglenkung anzugeben, bei welcher die Anforderungen an die Bauteilgenauigkeit verringert werden, und gleichzeitig dennoch eine Geräuschbildung zumindest verringert werden kann.

**[0012]** Diese Aufgabe wird durch eine Lenkwelle mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0013]** Entsprechend wird eine Lenkwelle für eine Kraftfahrzeuglenkung vorgeschlagen, umfassend einen ersten Wellenteil mit einer Bohrung, in welcher zur Übertragung eines Drehmoments ein Drehstab zur drehelastischen Kopplung des ersten Wellenteils mit einem zweiten Wellenteil vorgesehen ist, wobei der Drehstab in der Bohrung gegenüber dem ersten Wellenteil über ein Lagerelement drehbar gelagert ist. Erfindungsgemäß umfasst das Lagerelement ein Vorspannelement.

**[0014]** Dadurch, dass das Lagerelement ein Vorspannelement umfasst, ist es möglich, bei reduzierten Toleranzanforderungen dennoch eine Reduktion von Geräuschen bei der Lagerung des Drehstabs in der Bohrung des ersten Wellenteils bereitzustellen, da ein Lagerspiel des Lagers aufgrund der Vorspannung reduziert wird.

**[0015]** Entsprechend ist ein Vorspannelement oder ein Federelement zwischen einer inneren Mantelfläche des ersten Wellenteils und/oder des zweiten Wellenteils und einer äußeren Mantelfläche des Drehstabes angeordnet, wobei sich das Vorspannelement oder das Federelement auf der inneren Mantelfläche und auf der äußeren Mantelfläche derart direkt oder indirekt abstützt, dass die innere Mantelfläche zur äußeren Mantelfläche koaxial vorgespannt ist.

**[0016]** Damit kann der Drehstab auch bei größeren Toleranzen in der äußeren Mantelfläche und/oder der inneren Mantelfläche und den sich daraus ergebenden Lagerspielen im Wesentlichen spielfrei gelagert

werden und die Emission von -Geräuschen kann reduziert werden.

**[0017]** Bevorzugt ist das Vorspannelement zur Aufbringung einer radialen Vorspannkraft vorgesehen, um den Drehstab relativ zu der Bohrung des ersten Wellenteils radial vorzuspannen. Besonders bevorzugt wird der Drehstab dabei über das Vorspannelement so radial vorgespannt, dass er koaxial zum ersten Wellenteil vorgespannt ist.

**[0018]** Das Vorspannelement ist bevorzugt als Wälzlagerinnenring und/oder als Wälzlageraußenring eines radial vorgespannten Wälzlagers mit mindestens einem Wälzkörper ausgebildet. In einer weiteren bevorzugten Ausbildung ist das Lagerelement ein radial vorgespanntes Wälzlager, bevorzugt ein radial vorgespanntes Nadellager. Die Vorspannung ist dabei gegenüber den korrespondierenden Wellenabschnitten ausgebildet, die entweder selbst Teil des Lagers sind oder Elemente des Lagers tragen.

**[0019]** In einer bevorzugten Ausbildung ist das Lagerelement durch das Vorspannelement selbst ausgebildet. Besonders bevorzugt ist das Vorspannelement als vorgespannte Gleitbuchse oder Gleitlager, bevorzugt als taillierte, eine radiale Vorspannung aufbringende Gleitbuchse ausgebildet. Die Buchse kann dabei auch in einer Wellenform im Längsschnitt gesehen ausgebildet sein und entsprechend mehrere Taillierungen aufweisen. Auf diese Weise lässt sich auf besonders einfache Weise, beispielsweise durch ein einfaches Blechteil, eine radial vorgespannte Lagerung erreichen, welche zu reduzierten Toleranzanforderungen an die Lagerbereiche des ersten und/oder zweiten Wellenteils sowie des Drehstabs führt. Die Gleitbuchse kann zur Verbesserung der tribologischen Eigenschaften eine Oberflächenbeschichtung, wie zum Beispiel Polytetrafluorethylen (PTFE), umfassen.

**[0020]** In einer weiteren bevorzugten Ausbildung kann das Vorspannelement als elastische Kunststoffhülse ausgebildet sein, welche dann die radiale Vorspannung bereitstellt. So lässt sich ein Lagerelement besonders wirtschaftlich herstellen.

**[0021]** In einer Weiterbildung kann, im Falle des Einsatzes eines Wälzlagers, auch ein Wälzkörper als Vorspannelement ausgebildet sein, beispielsweise in Form eines elastischen Wälzkörpers oder eines hohlen, dünnwandigen Stahlzylinders.

**[0022]** In einer bevorzugten Ausgestaltung ist der erste Wellenteil eine Ausgangswelle, welche über den Drehstab mit einem als Eingangswelle ausgebildeten zweiten Wellenteil gekoppelt ist.

**[0023]** Um eine Zerstörung des Drehstabs beim Eintragen zu hoher Drehmomente zu vermeiden, ist der

erste Wellenteil mit dem zweiten Wellenteil bevorzugt zusätzlich über einen losen Formschluss verbunden.

#### Kurze Beschreibung der Figuren

**[0024]** Bevorzugte weitere Ausführungsformen und Aspekte der vorliegenden Erfindung werden durch die nachfolgende Beschreibung der Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

**[0025]** Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Kraftfahrzeuglenkung mit einer Hilfskraftunterstützung;

**[0026]** Fig. 2 eine schematische perspektivische Darstellung einer Lenkwelle mit einem ersten Wellenteil und einem zweiten Wellenteil;

**[0027]** Fig. 3 eine schematische perspektivische Explosionsdarstellung der Lenkwelle der Fig. 2;

**[0028]** Fig. 4 eine schematische perspektivische Darstellung der Lenkwelle der Fig. 2 und Fig. 3 in einem Zwischenmontagezustand;

**[0029]** Fig. 5 eine schematische Querschnittansicht durch Abschnitte der Lenkwelle der Fig. 2 bis Fig. 4 in einem montierten Zustand;

**[0030]** Fig. 6 eine schematische Querschnittansicht durch einen Lagerbereich in einer ersten Ausführungsform;

**[0031]** Fig. 7 eine schematische Schnittdarstellung durch einen Lagerbereich in einem zweiten Ausführungsbeispiel;

**[0032]** Fig. 8 eine schematische Schnittdarstellung durch einen Lagerbereich in einem dritten Ausführungsbeispiel;

**[0033]** Fig. 9 eine schematische Schnittdarstellung durch einen Lagerbereich in einem vierten Ausführungsbeispiel;

**[0034]** Fig. 10 eine schematische Schnittdarstellung durch einen Lagerbereich in einem fünften Ausführungsbeispiel; und

**[0035]** Fig. 11 eine schematische perspektivische Darstellung einer Lenkwelle mit einem Lenkritzeln in einer weiteren Ausbildung.

#### Detaillierte Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele

**[0036]** Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsbeispiele anhand der Figuren beschrieben. Dabei werden gleiche, ähnliche oder gleichwirkende Elemente in den unterschiedlichen Figuren mit iden-

tischen Bezugszeichen bezeichnet und auf eine wiederholte Beschreibung dieser Elemente wird in der nachfolgenden Beschreibung teilweise verzichtet, um Redundanzen zu vermeiden.

**[0037]** In Fig. 1 ist eine schematische Darstellung einer Kraftfahrzeuglenkung **100** gezeigt, wobei ein Fahrer über ein Lenkrad **102** ein entsprechendes Drehmoment als Lenkbefehl in eine Lenkwelle **1** einbringen kann. Das Drehmoment wird dann über die Lenkwelle **1** auf ein Lenkritzeln **104** übertragen, welches mit einer Zahnstange **106** kämmt, die dann ihrerseits über entsprechende Spurstangen **108** den vorgegebenen Lenkwinkel auf die lenkbaren Räder **110** des Kraftfahrzeugs überträgt.

**[0038]** Eine elektrische und/oder hydraulische Hilfskraftunterstützung kann in Form der mit der Lenkwelle **1** gekoppelten Hilfskraftunterstützung **112**, der mit dem Ritzeln **104** gekoppelten Hilfskraftunterstützung **114** und/oder der mit der Zahnstange **106** gekoppelten Hilfskraftunterstützung **116** vorgesehen sein. Die jeweilige Hilfskraftunterstützung **112**, **114** oder **116** trägt ein Hilfsdrehmoment in die Lenkwelle **1**, das Lenkritzeln **104** und/oder eine Hilfskraft in die Zahnstange **106** ein, wodurch der Fahrer bei der Lenkarbeit unterstützt wird. Die drei unterschiedlichen in der Fig. 1 dargestellten Hilfskraftunterstützungen **112**, **114** und **116** zeigen mögliche Positionen für deren Anordnung.

**[0039]** Üblicher Weise ist nur eine einzige der gezeigten Positionen mit einer Hilfskraftunterstützung belegt. Das Hilfsdrehmoment oder die Hilfskraft, welches beziehungsweise welche zur Unterstützung des Fahrers mittels der jeweiligen Hilfskraftunterstützung **112**, **114** oder **116** aufgebracht werden soll, wird unter Berücksichtigung eines von einem Drehmomentsensor **118** ermittelten Eingangsdrehmoments bestimmt. Alternativ oder in Kombination mit der Einbringung des Hilfsdrehmomentes beziehungsweise der Hilfskraft kann mit der Hilfskraftunterstützung **112**, **114**, **116** ein zusätzlicher Lenkwinkel in das Lenksystem eingebracht werden, der sich mit dem vom Fahrer über das Lenkrad **102** aufgebrachten Lenkwinkel summiert.

**[0040]** Die Lenkwelle **1** weist eine mit dem Lenkrad **102** verbundene Eingangswelle **10** und eine mit der Zahnstange **106** über das Lenkritzeln **104** verbundene Ausgangswelle **12** auf. Die Eingangswelle **10** und die Ausgangswelle **12** sind drehelastisch über einen in der Fig. 1 nicht zu erkennenden Drehstab miteinander gekoppelt. Damit führt ein von einem Fahrer über das Lenkrad **102** in die Eingangswelle **10** eingetragenes Drehmoment immer dann zu einer Relativedrehung der Eingangswelle **10** bezüglich der Ausgangswelle **12**, wenn die Ausgangswelle **12** sich nicht exakt synchron zu der Eingangswelle **10** dreht. Diese Relativedrehung zwischen Eingangswelle **10** und Aus-

gangswelle **12** kann beispielsweise über einen Drehwinkelsensor gemessen werden und entsprechend aufgrund der bekannten Torsionssteifigkeit des Drehstabes in ein entsprechendes Eingangsdrehmoment relativ zur Ausgangswelle bestimmt werden. Auf diese Weise wird durch die Bestimmung der Relativedrehung zwischen Eingangswelle **10** und Ausgangswelle **12** der Drehmomentsensor **118** ausgebildet. Ein solcher Drehmomentsensor **118** ist prinzipiell bekannt und kann beispielsweise in Form eines Drehschiebeventils, einer elektromagnetischen oder anderen Messung der Relativverdrehung realisiert werden.

**[0041]** Entsprechend wird ein Drehmoment, welches von dem Fahrer über das Lenkrad **102** auf die Lenkwelle **1** beziehungsweise die Eingangswelle **10** eingebracht wird, nur dann den Eintrag eines Hilfsdrehmoments durch eine der Hilfskraftunterstützungen **112**, **114**, **116** hervorrufen, wenn die Ausgangswelle **12** gegen den Drehwiderstand des Drehstabes relativ zu der Eingangswelle **10** verdreht wird.

**[0042]** Der Drehmomentsensor **118** kann auch alternativ an der Position **118'** angeordnet sein, wobei dann die Durchbrechung der Lenkwelle **1** in Eingangswelle **10** und Ausgangswelle **12** und die drehelastische Kopplung über den Drehstab entsprechend an einer anderen Position vorliegt, um aus der Relativverdrehung der über den Drehstab mit der Eingangswelle **10** gekoppelten Ausgangswelle **12** eine Relativedrehung und damit entsprechend ein Eingangsdrehmoment und/oder eine einzutragende Hilfskraft bestimmen zu können.

**[0043]** Die Lenkwelle **1** in der **Fig. 1** umfasst weiterhin mindestens ein kardanisches Gelenk **120**, mittels welchem der Verlauf der Lenkwelle **1** im Kraftfahrzeug an die räumlichen Gegebenheiten angepasst werden kann.

**[0044]** Die nachfolgend in den **Fig. 2** bis **Fig. 10** sowie **Fig. 11** dargestellten Ausführungsbeispiele der Lenkwelle **1** lassen sich besonders gut mit der in **Fig. 1** gezeigten Anordnung des Drehmomentsensors **118** in Verbindung mit der mit der Lenkwelle **1** gekoppelten Hilfskraftunterstützung **112** verbinden.

**[0045]** Die in **Fig. 11** gezeigte Ausführungsform der Lenkwelle **1** ist besonders gut zusammen mit der Anordnung des Drehmomentsensor **118'** in Verbindung mit der mit dem Ritzel **104** gekoppelten Hilfskraftunterstützung **114** beziehungsweise der mit der Zahnstange **106** gekoppelten Hilfskraftunterstützung **116** zu verwenden.

**[0046]** **Fig. 2** zeigt schematisch eine Lenkwelle **1** mit einer als erstes Wellenteil ausgebildeten Ausgangswelle **12** und einer als zweites Wellenteil ausgebildeten Eingangswelle **10**, wobei der Bereich des Zusam-

mentreffens der Eingangswelle **10** mit der Ausgangswelle **12** von dem in **Fig. 1** gezeigten Drehmomentsensor **118** überspannt wird. Die Eingangswelle **10** ist bezüglich der Ausgangswelle **12** koaxial angeordnet und mit dieser drehelastisch über einen in **Fig. 2** nicht zu erkennenden, sondern intern verlaufenden Drehstab verbunden, wobei der konkrete Aufbau der Lenkwelle **1** in den **Fig. 3** bis **Fig. 5** verdeutlicht wird.

**[0047]** Zum Eintragen des Hilfsdrehmoments durch die Hilfskraftunterstützung **112** ist auf der Ausgangswelle **12** drehfest ein Schneckenrad **1120** vorgesehen. Auf das Schneckenrad **1120** kann entsprechend ein Abtrieb eines Elektromotors beziehungsweise Servomotors der Hilfskraftunterstützung **112** wirken. In einer Alternative kann auch ein hydraulischer Antrieb vorgesehen sein. Die Hilfskraftunterstützung **112** dient daher dazu, das über den Drehmomentsensor **118** ermittelte Hilfsdrehmoment zur Lenkunterstützung des Fahrers in die Ausgangswelle **12** und damit in sämtliche stromabwärts der Ausgangswelle **12** liegenden Komponenten der Kraftfahrzeuglenkung **100** einzutragen.

**[0048]** Um das Drehmoment beziehungsweise den Betrag der über das Schneckenrad **1120** einzubringenden Hilfskraft genau bestimmen zu können, sind, wie bereits oben beschrieben, die Eingangswelle **10** und die Ausgangswelle **12** drehelastisch miteinander verbunden, so dass der jeweilige Lenkbefehl, welcher vom Fahrer über das Lenkrad **102** in die Eingangswelle **10** eingetragen wird, in einer Unterstützung des Fahrers durch die Hilfskraftunterstützung **112**, welche auf das Schneckenrad **1120** und damit auf die Lenkwelle **1** wirkt, resultiert. Hierzu ist der Drehmomentsensor **118** vorgesehen, welcher die Relativedrehung zwischen der Eingangswelle **10** und der Ausgangswelle **12** beziehungsweise den entsprechenden Relativedrehwinkel zwischen Eingangswelle **10** und Ausgangswelle **12** bestimmt und auf dieser Grundlage das von der Hilfskraftunterstützung **112** bereit zu stellende Hilfsdrehmoment bestimmt werden kann.

**[0049]** In **Fig. 3** ist eine schematische Explosionsdarstellung der Lenkwelle **1** gezeigt, wobei die Eingangswelle **10** und die Ausgangswelle **12** zusammen mit dem Schneckenrad **1120** gezeigt sind.

**[0050]** Die Eingangswelle **10** weist einen Aufnahmebereich **20** auf, welcher zur Aufnahme eines dazu komplementären Einsetzbereichs **22** der Ausgangswelle **12** dient. Dies ist in der Schnittdarstellung der **Fig. 5** noch einmal besonders deutlich zu sehen, wobei der Einsetzbereich **22** der Ausgangswelle **12** in dem Aufnahmebereich **20** der Eingangswelle **10** so aufgenommen ist, dass sich im Prinzip die Eingangswelle **10** gegenüber der Ausgangswelle **12** frei drehen kann, gleichzeitig aber in radialer Richtung geführt ist. Ein geringes Spiel liegt zwischen dem Auf-

nahmebereich **20** und dem Einsetzbereich **22** vor, um eine im Wesentlichen reibungsfreie Drehbarkeit zu erreichen.

**[0051]** Ein Drehstab **3** verbindet die Eingangswelle **10** mit der Ausgangswelle **12** drehelastisch. Diese drehelastische Verbindung der Eingangswelle **10** mit der Ausgangswelle **12** ist in **Fig. 5** schematisch in einer Schnittdarstellung gezeigt. Der Drehstab **3** weist hierzu an seinem der Ausgangswelle **12** zugewandten Ende einen Fügeabschnitt **30** und an seinem der Eingangswelle **10** zugewandten Ende einen Fügeabschnitt **32** auf. Der der Ausgangswelle **12** zugewandte Fügeabschnitt **30** des Drehstabes **3** ist mit der Ausgangswelle **12** in einer Fügeaufnahme **40** der Ausgangswelle **12** drehfest verbunden. Der der Eingangswelle **10** zugewandte Fügeabschnitt **32** des Drehstabes **3** ist mit der Eingangswelle **10** in einer Fügeaufnahme **42** der Eingangswelle **10** drehfest verbunden.

**[0052]** Der Drehstab **3** ist dabei in einer Bohrung **28** in der Ausgangswelle **12** aufgenommen und erstreckt sich von der Fügeaufnahme **40** der Ausgangswelle **12** durch die Bohrung **28** und durch deren offenes Ende **280** hindurch in Richtung der Fügeaufnahme **42** der Eingangswelle **10**.

**[0053]** Der Drehstab **3** weist in der gezeigten Ausführungsform einen Lagerbereich **34** mit einer Lageraufnahme **36** auf, auf an welcher ein Lagerelement **340** so gehalten werden kann, dass, wie sich beispielsweise aus **Fig. 5** ergibt, der am Fügeabschnitt **30** an der Ausgangswelle **12** drehfest gehaltene Drehstab **3** relativ zu der Ausgangswelle **12** in der Bohrung **28** der Ausgangswelle **12** frei verdrehen kann.

**[0054]** Der Drehstab **3** wird dabei durch das Lagerelement **340** im Wesentlichen koaxial zu der Eingangswelle **10** und der Ausgangswelle **12** gehalten. Dabei wird eine mögliche Schiefstellung zwischen der Eingangswelle **10** und der Ausgangswelle **12** vermieden.

**[0055]** In **Fig. 4** ist schematisch ein Montagezustand der Lenkwelle **1** gezeigt, in welchem der Drehstab **3** bereits in die Bohrung **28** der Ausgangswelle **12** eingefügt ist und der Fügeabschnitt **30** des Drehstabes **3** kraft- und formschlüssig mit der Fügeaufnahme **40** der Ausgangswelle **12** verbunden ist. Entsprechend ragt lediglich noch der andere Fügeabschnitt **32** des Drehstabes **3** aus der Ausgangswelle **12** heraus, so dass in einem nachfolgenden Montageschritt der Einsetzbereich **22** der Ausgangswelle **12** in den entsprechenden Aufnahmebereich **20** der Eingangswelle **12** eingeführt werden kann, wodurch der Fügeabschnitt **32** des Drehstabes **3** in die entsprechende Fügeaufnahme **42** der Eingangswelle **10** eingepresst wird.

**[0056]** Um beim Eintragen eines hohen Drehmomentes mittels des Lenkrads eine Überlastung des Drehstabes **3** beziehungsweise der Verbindung des Drehstabes **3** mit der Eingangswelle **10** und/oder der Ausgangswelle **12** zu verhindern, sind die Eingangswelle **10** und die Ausgangswelle **12** zusätzlich zur drehelastischen Verbindung über den Drehstab **3** bevorzugt über einen losen Formschluss so miteinander verbunden, dass ein Maximalwert für die Relativedrehung der Eingangswelle **10** zur Ausgangswelle **12** und damit auch ein Maximalwert für die Verdrehung des Drehstabes **3** vorgegeben ist.

**[0057]** Entsprechend muss bei der in **Fig. 4** gezeigten Montage darauf geachtet werden, dass der Drehstab **3** in der Mittelstellung des losen Formschlusses bezüglich des entsprechenden Maximaldrehwinkels gefügt wird.

**[0058]** In **Fig. 5** ist bei dem Bezugszeichen A in dem Kreisausschnitt schematisch ein Lagerelement **340** gezeigt, welches im Lagerbereich **34** des Drehstabes **3** angeordnet ist, und welches zwischen der Lageraufnahme **36** im Lagerbereich **34** des Drehstabes **3** und einer Lageraufnahme **26** der Ausgangswelle **12** angeordnet ist. Die Lageraufnahme **26** ist an der inneren Mantelfläche der Bohrung **28** in der Ausgangswelle **12** vorgesehen. In dem gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Lageraufnahme **26** innerhalb der Bohrung **28** in der unmittelbaren Nähe des offenen Endes **280** der Ausgangswelle **12** vorgesehen.

**[0059]** Das Lagerelement **340** ist im Lagerbereich **34** des Drehstabes **3** vorgesehen, um den Drehstab **3** im Wesentlichen koaxial zu der Ausgangswelle **12** in der Bohrung **28** zu halten und entsprechend eine Schiefstellung zwischen der Eingangswelle **10**, der Ausgangswelle **12** und dem Drehstab **3** zu vermeiden, um eine mögliche Verfälschung der Drehmomentmessung und/oder eine mögliche Geräuschbildung zu minimieren.

**[0060]** Das Lagerelement **340** umfasst in den Ausführungsbeispielen ein Vorspannelement, welches eine radiale Vorspannkraft zwischen der Ausgangswelle **12** und dem Drehstab **3** aufbauen kann und auf diese Weise den Drehstab **3** koaxial zur Ausgangswelle **12** halten kann.

**[0061]** In den **Fig. 6** bis **Fig. 10** sind unterschiedliche Ausgestaltungen des das Vorspannelement umfassenden Lagerelements **340** gezeigt.

**[0062]** In der **Fig. 6** ist der mit dem Bezugszeichen A bezeichnete Ausschnitt aus der **Fig. 5** in einem ersten Ausführungsbeispiel gezeigt.

**[0063]** In diesem Ausführungsbeispiel umfasst das Lagerelement **340** um den Umfang herum angeordnete Wälzkörper **342**, welche in einem das Vor-

spannelement ausbildenden federnden Wälzlagering **344** gehalten sind. Der Wälzlagering **344** stützt sich direkt an der Lageraufnahme **26** der Ausgangswelle **12** ab. Die Wälzkörper **342** wälzen direkt auf der Lageraufnahme **36** des Drehstabes **3**. Damit sind die Ausgangswelle **12** und der Drehstab **3** über den als Vorspannelement ausgebildeten Wälzlagering **344** gegeneinander vorgespannt, wobei der Wälzlagering **344** eine radiale Vorspannung auf die Wälzkörper **342** ausübt. Das Vorspannelement in Form des Wälzlagerings **344** wirkt entsprechend indirekt, nämlich über die Wälzkörper **342**, auf den Drehstab **3**. Der Wälzlagering **344** ist hier als Wälzlageraußenring ausgebildet.

**[0064]** Der als Vorspannelement ausgebildete Wälzlagering **344** ist bevorzugt in Form eines Blechteils, beispielsweise in Form eines Blechhülsenrings, der in seinem mittleren Bereich eingeschnürt ist, ausgebildet. Die Stärke des Blechs ist dabei so ausgebildet, dass der Wälzlagering **344** elastische Eigenschaften aufweist und entsprechend eine Vorspannung ausüben kann.

**[0065]** Die Wälzkörper **342** können aus Kunststoff bestehen oder können als Stahlkörper ausgebildet sein – insbesondere bei der Ausbildung eines radial vorgespannten Nadellagers. In einer Weiterbildung können auch die Wälzkörper elastisch ausgebildet sein, beispielsweise als dünne, hohle Stahlwalzen.

**[0066]** Der Wälzlagering **344** weist in der gezeigten Ausführungsform eine taillierte Form auf und bildet entsprechend ein federndes Teil aus, welches die Wälzkörper **342** gegen die Lageraufnahme **36** des Drehstabes **3** vorspannt.

**[0067]** Aufgrund des das Vorspannelement in Form des Wälzlagerings **344** aufweisenden Lagerelementes **340** sind die Wälzlager **342** dazu in der Lage, stets den Außenkonturen der Lageraufnahme **36** des Drehstabes **3** zu folgen. Entsprechend können die Toleranzanforderungen an die Lageraufnahme **36** sowie die Toleranzanforderungen an die Lageraufnahme **26** gegenüber der Verwendung eines herkömmlichen Wälzlagers beziehungsweise Nadellagers reduziert werden, wobei gleichzeitig auch die Klapperneigung beziehungsweise die Neigung, Geräusche zu emittieren, reduziert wird.

**[0068]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel, welches in der **Fig. 7** gezeigt ist, ist das Lagerelement **340** durch Wälzkörper **342** und ein Vorspannelement in Form eines Wälzlagerings **344** dargestellt. Der Wälzlagering **344** stützt sich hier an der Lageraufnahme **36** des Drehstabes **3** ab und die Wälzkörper **342** wälzen auf der Lageraufnahme **26**, so dass hier wieder eine radiale Vorspannung zwischen der Lageraufnahme **26** der Ausgangswelle **12** und der Lageraufnahme **36** des Drehstabes **3** ausgebildet wird,

welche dafür sorgt, dass der Drehstab **3** koaxial zu der Ausgangswelle **12** gehalten wird. Der Wälzlagering **344** ist hier als Wälzlagerinnenring ausgebildet.

**[0069]** Weiterhin können die Wälzkörper **342** durch die aufgebrachte Vorspannung den Konturen der Lageraufnahme **26** besser folgen, so dass eine Klapperneigung auch bei reduzierten Toleranzanforderungen weiter reduziert werden kann.

**[0070]** Der Wälzlagering **344** ist tailliert ausgebildet, so dass er eine Vorspannung auf die Wälzkörper **342** in radialer Richtung ausübt und entsprechend die Wälzkörper **342** auf die Lageraufnahme **26** der Ausgangswelle **12** sowie die Lageraufnahme **36** des Drehstabes **3** vorspannt.

**[0071]** In **Fig. 8** ist eine schematische Schnittdarstellung eines Lagerelements **340** in einer weiteren Ausführungsform gezeigt. Hier ist das Lagerelement **340** durch ein Vorspannelement, welches in Form einer radial federnden Gleitbuchse **346** ausgebildet ist, gezeigt. Die radial federnde Gleitbuchse **346** ist tailliert ausgeformt und ist entsprechend in der Lage, eine radiale Vorspannung auszubilden.

**[0072]** Die Gleitbuchse **346** stützt sich sowohl an der Lageraufnahme **26** als auch an der Lageraufnahme **36** ab, so dass das Lagerelement **340** die Vorspannung direkt überträgt.

**[0073]** Das Lagerelement **340** ist entsprechend so ausgebildet, dass das Vorspannelement **344** den Drehstab **3** in der Bohrung **28** derart radial vorspannt, dass der Drehstab **3** koaxial zur Ausgangswelle **12** gehalten ist.

**[0074]** In **Fig. 9** ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Lagerelementes **340** gezeigt, bei welchem wiederum ein Vorspannelement in Form einer radial federnden Gleitbuchse **346** ausgebildet ist, welche entsprechend als Vorspannelement dient. Die Gleitbuchse **346** ist tailliert ausgebildet, um die entsprechende Vorspannkraft aufbringen zu können.

**[0075]** Die in der **Fig. 9** gezeigte Gleitbuchse **346** ist in einer umgekehrten Orientierung, als die in **Fig. 8** gezeigte Orientierung, zwischen den Lagerbereichen **26** und **36** angeordnet.

**[0076]** In **Fig. 10** ist eine weitere schematische Schnittdarstellung gezeigt, bei welcher das Lagerelement **340** wiederum als Vorspannelement ausgebildet ist, wobei das Lagerelement **340** hier durch eine elastische Kunststoffhülse **348** ausgebildet ist, welche eine Vorspannung zwischen der Lageraufnahme **26** der Ausgangswelle **12** sowie der Lageraufnahme **36** des Drehstabes **3** in radialer Richtung bereitstellt. Prinzipiell könnten auch die Vorspannelemente **346**, **344**, wie sie beispielsweise in den **Fig. 6**, **Fig. 7**, **Fig. 8**

und Fig. 9 dargestellt sind, auch als Kunststoffhülse ausgebildet sein.

[0077] In Fig. 11 ist eine schematische perspektivische Darstellung einer Lenkwelle 1 in einer weiteren Ausbildung gezeigt, welche eine Eingangswelle 10 und eine Ausgangswelle 12 umfasst und welche dazu vorgesehen ist, beispielsweise zusammen mit dem Drehmomentsensor 118' der Fig. 1 eingesetzt zu werden. Entsprechend ist an der Ausgangswelle 12 direkt anschließend das Lenkritzel 104 vorgesehen und ein Hilfsdrehmoment wird mittels der Hilfskraftunterstützung 114 direkt auf das Lenkritzel 104 und/oder mittels der Hilfskraftunterstützung 116 direkt auf die Zahnstange 106 aufgebracht. Die in Fig. 11 gezeigte Lenkwelle 1 weist intern im Wesentlichen den gleichen Aufbau auf, wie er in den unterschiedlichen Ausführungsformen in den Fig. 2 bis Fig. 10 gezeigt ist.

[0078] Soweit anwendbar, können alle einzelnen Merkmale, die in den einzelnen Ausführungsbeispielen dargestellt sind, miteinander kombiniert und/oder ausgetauscht werden, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen.

#### Bezugszeichenliste

1	Lenkwelle
10	Eingangswelle
12	Ausgangswelle
100	Kraftfahrzeuglenkung
102	Lenkrad
104	Lenkritzel
106	Zahnstange
108	Spurstange
110	lenkbares Rad
112	Hilfskraftunterstützung
114	Hilfskraftunterstützung
116	Hilfskraftunterstützung
118	Drehmomentsensor
118'	Drehmomentsensor
120	kardanisches Gelenk
1120	Schneckenzahnrad
20	Aufnahmebereich
22	Einsetzbereich
26	Lageraufnahme
28	Bohrung
280	offenes Ende
3	Drehstab
30	Fügeabschnitt
32	Fügeabschnitt
34	Lagerbereich
36	Lageraufnahme
340	Lagerelement
342	Wälzkörper
344	Wälzlager

346	Gleitbuchse
348	Elastische Kunststoffhülse
40	Fügearaufnahme
42	Fügearaufnahme

#### Patentansprüche

1. Lenkwelle (1) für eine Kraftfahrzeuglenkung, umfassend einen ersten Wellenteil (12) mit einer Bohrung (28), in welcher zur Übertragung eines Drehmoments ein Drehstab (3) zur drehelastischen Kopplung des ersten Wellenteils (12) mit einem zweiten Wellenteil (10) vorgesehen ist, wobei der Drehstab (3) in der Bohrung (28) gegenüber dem ersten Wellenteil (12) über ein Lagerelement (340) drehbar gelagert ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Lagerelement (340) ein Vorspannelement (344, 346, 348) umfasst.

2. Lenkwelle (1) gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vorspannelement (344, 346, 348) zur Aufbringung einer radialen Vorspannkraft ausgebildet ist.

3. Lenkwelle (1) gemäß Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Lagerelement (340) durch das Vorspannelement ausgebildet ist.

4. Lenkwelle (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vorspannelement als Blechelement ausgebildet ist.

5. Lenkwelle (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vorspannelement (348) als elastische Kunststoffhülse ausgebildet ist.

6. Lenkwelle (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Lagerelement (340) ein radial vorgespanntes Wälzlager ist.

7. Lenkwelle (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vorspannelement (344) als Wälzlagerinnenring und/oder als Wälzlageraußenring eines radial vorgespannten Wälzlagers, mit mindestens einem Wälzkörper (342), ausgebildet ist.

8. Lenkwelle (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vorspannelement durch einen elastischen Wälzkörper ausgebildet ist.

9. Lenkwelle (1) gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Vorspannelement (346) als vorgespanntes Gleitlager, ausgebildet ist.

10. Lenkwelle (1) gemäß einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der ers-



te Wellenteil (**12**) mit dem zweiten Wellenteil (**10**) zusätzlich über einen losen Formschluss verbunden ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

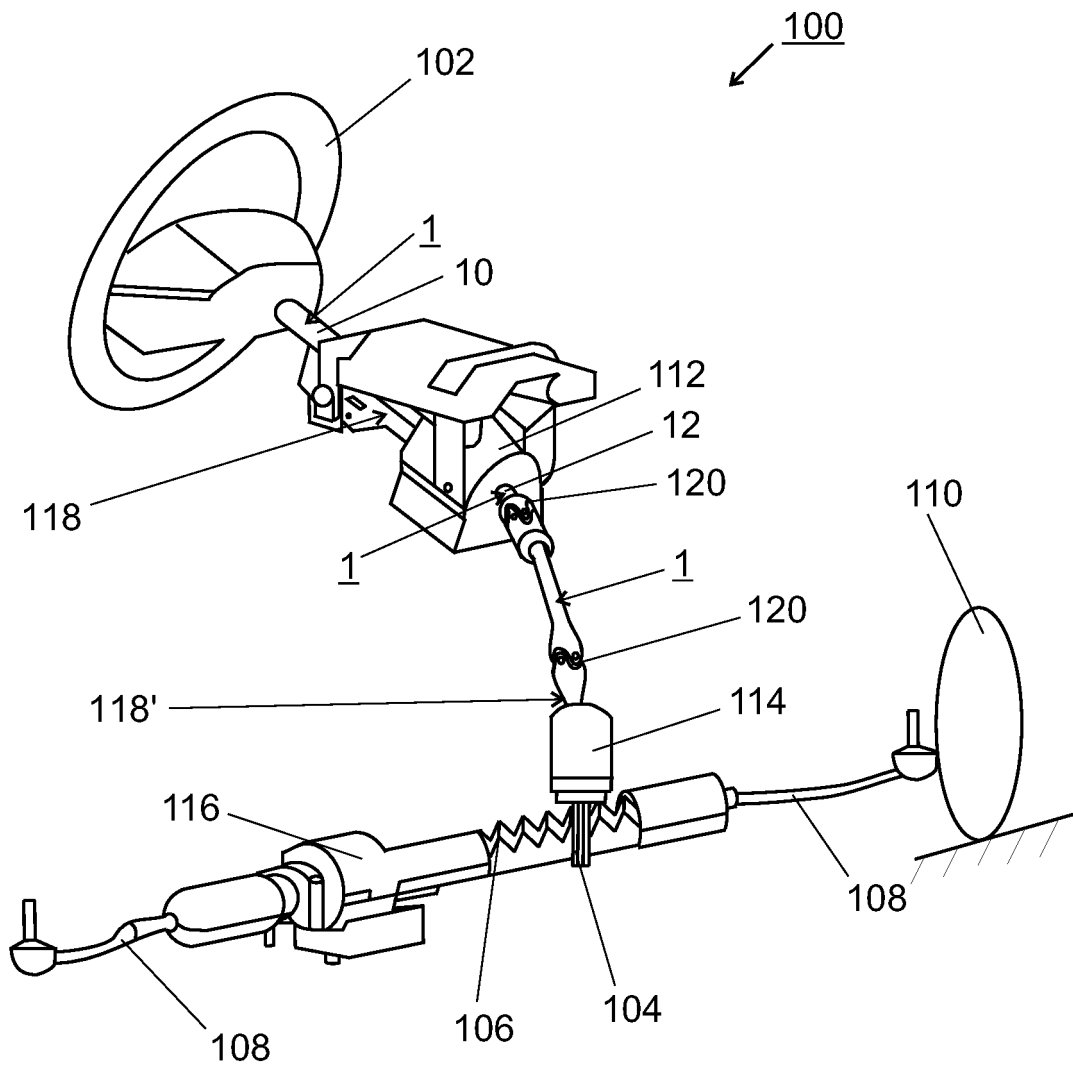


Fig. 1

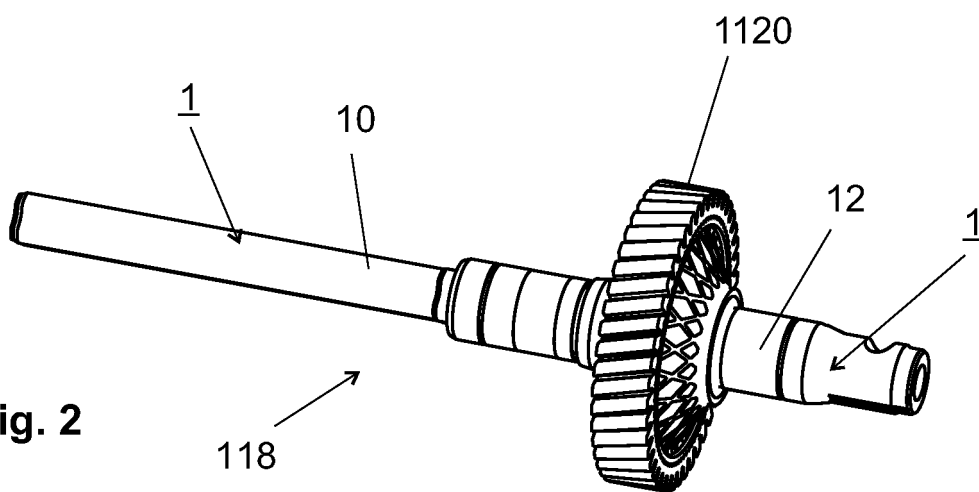


Fig. 2

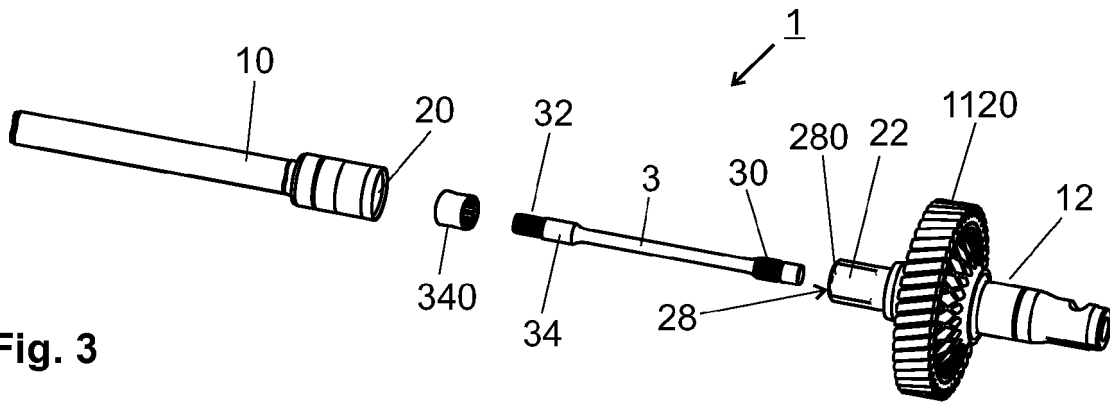


Fig. 3

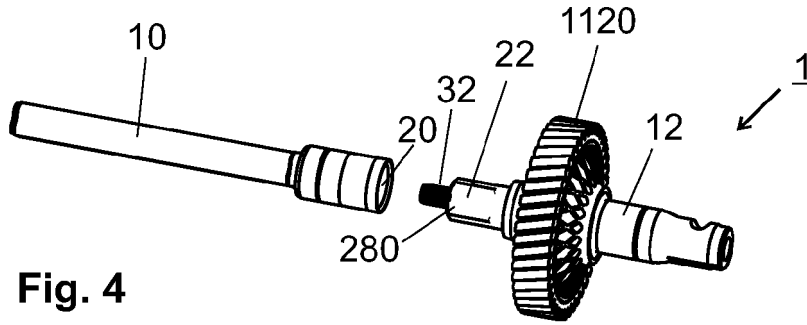


Fig. 4

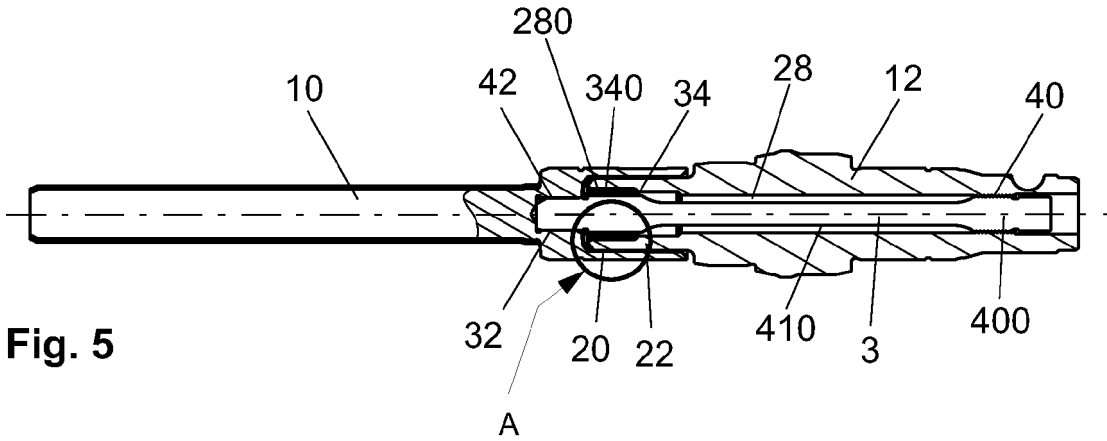


Fig. 5

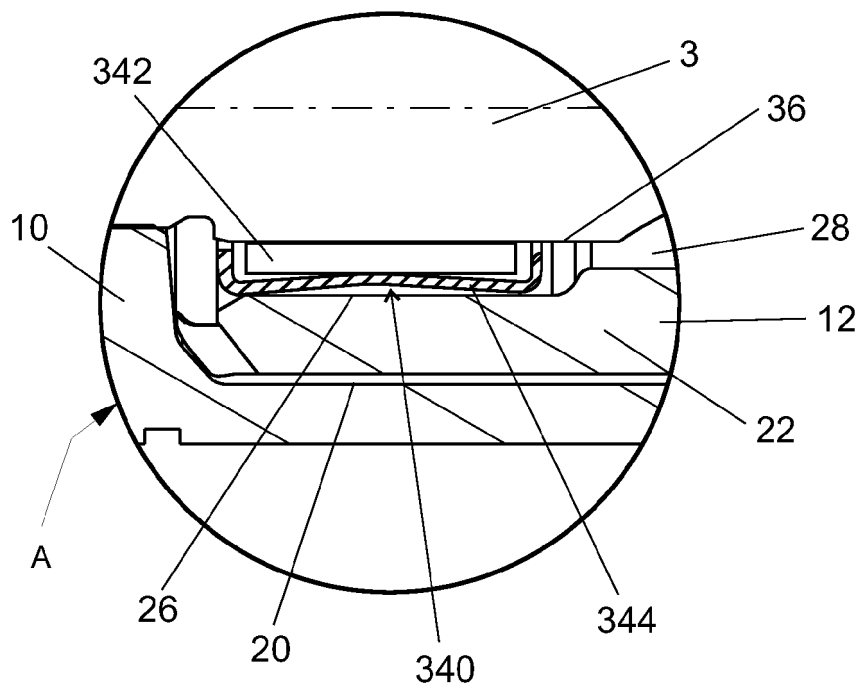
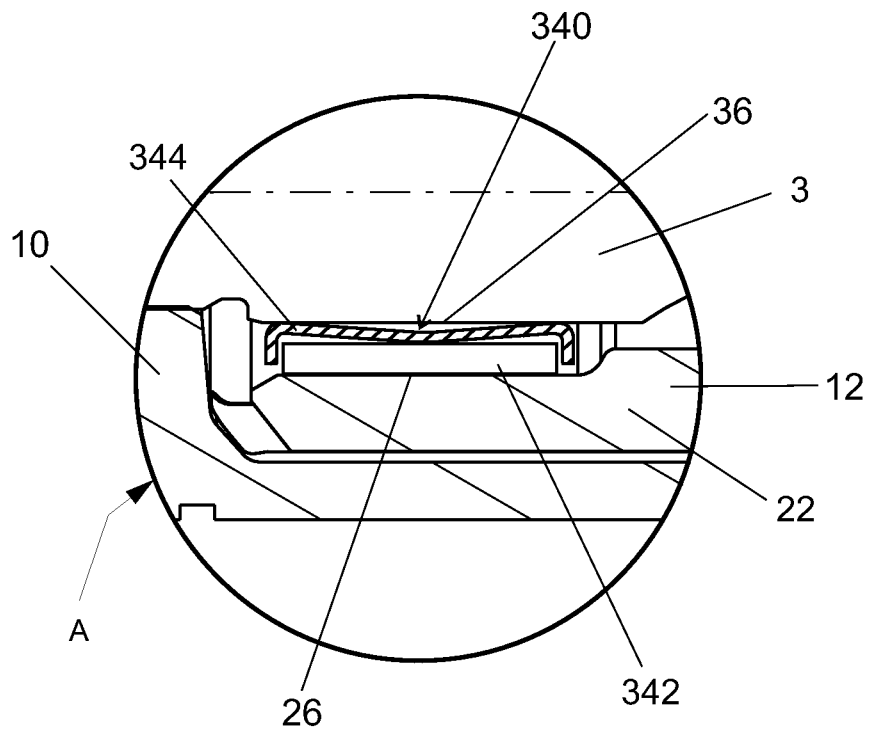
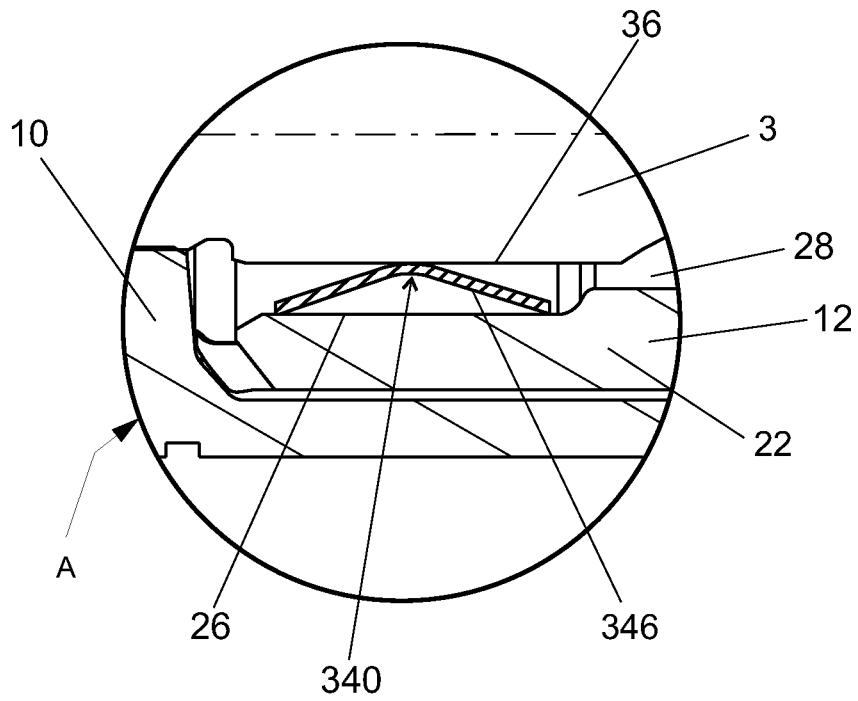


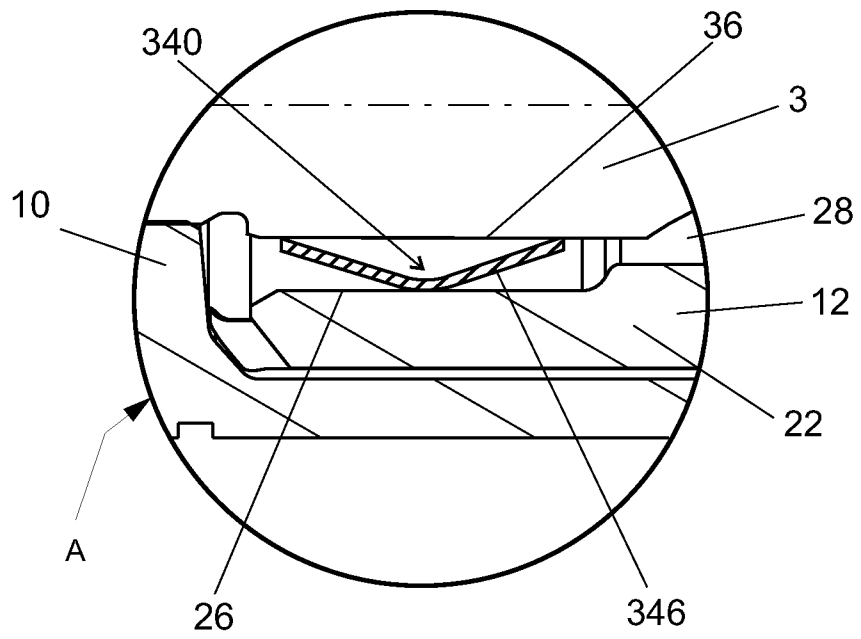
Fig. 6



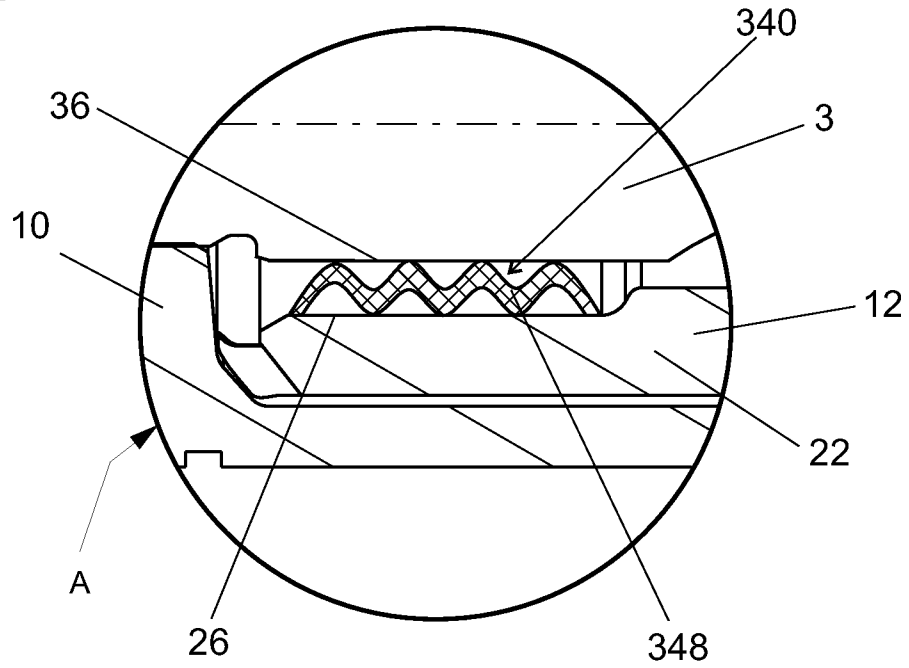
**Fig. 7**



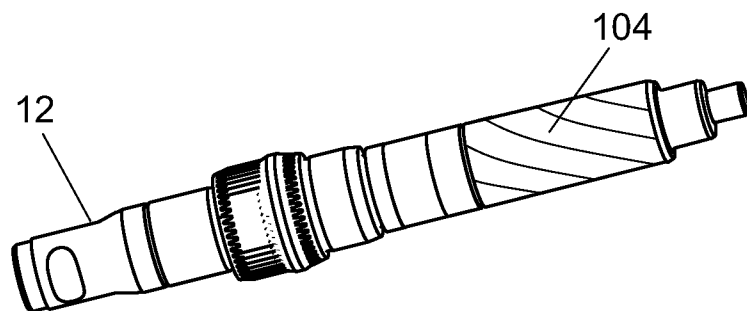
**Fig. 8**



**Fig. 9**



**Fig. 10**



**Fig. 11**