



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2017 123 770.4**

(22) Anmeldetag: **12.10.2017**

(43) Offenlegungstag: **18.04.2019**

(51) Int Cl.: **B62D 1/185 (2006.01)**

(71) Anmelder:
thyssenkrupp AG, 45143 Essen, DE;
ThyssenKrupp Presta AG, Eschen, LI

(72) Erfinder:
Hirschauer, Peter, Feldkirch, AT

(74) Vertreter:
Lenzing Gerber Stute Partnerschaftsgesellschaft
von Patentanwälten m. b. B., 40212 Düsseldorf,
DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:
DE 100 63 183 A1
US 2014 / 0 020 502 A1

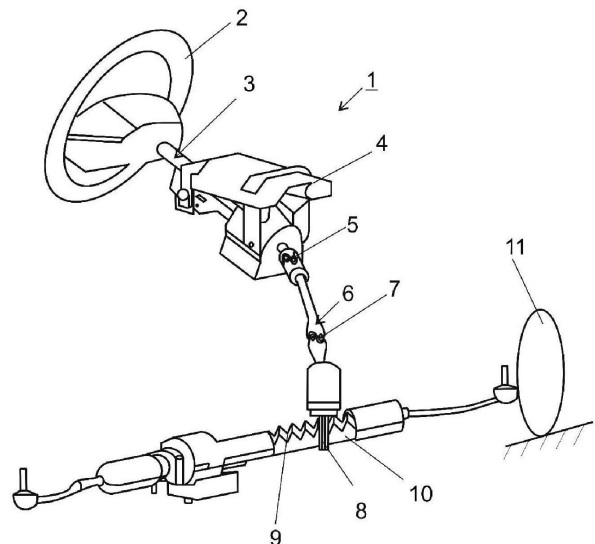
Rechercheantrag gemäß § 43 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Verfahren zur Herstellung von Baugruppen mit axial verschiebbaren Bauteilen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer axial verschieblichen Verbindung zwischen zwei Bauteilen, zwischen denen ein Kunststoff als Gleitmaterial angeordnet ist, mit folgenden Merkmalen:

- Bereitstellen der beiden zu fügenden Bauteile, wobei entweder wenigstens eines der beiden Bauteile eine Kunststoffbeschichtung auf der dem anderen Bauteil zugewandten Oberfläche aufweist oder eine Kunststoffhülse zwischen den Bauteilen vorgesehen ist,
- Zusammenfügen der Bauteile zu einer Baugruppe, gegebenenfalls mit der Kunststoffhülse, mittels einer Presskraft in Axialrichtung
- Einspannen der Baugruppe in eine Vorrichtung, bei der die beiden Rohrteile gespannt und in Axialrichtung mit einer Verschiebkraft beaufschlagt werden können,
- Anpressen einer Sonotrode von einer Seite an das jeweils äußere Bauteil und Abstützen des Bauteils an einem Gegenhalter,
- Einleiten eines Ultraschallsignals in die Sonotrode mit einer Frequenz, die in der Nähe der Resonanzfrequenz eines der Bauteile der Baugruppe liegt, und Verschieben der Rohrteile in Axialrichtung hin und her, bis die Verschiebkraft oder die Verschiebegeschwindigkeit einen gewünschten Sollwert erreicht,
- Beenden des Ultraschallsignals und Entnehmen der Baugruppe aus der Vorrichtung.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 und eine Kraftfahrzeuglenkung mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 8.

[0002] Schiebeverbindungen für zueinander verschiebbare Bauteile, insbesondere Rohrteile, wie z. B. koaxiale, zueinander teleskopierbare Rohre, die ineinander eingesetzt und teleskopierbar sind, kommen in verschiedenen Gebieten der Technik zum Einsatz. Die Schiebeverbindung soll im Allgemeinen reibungsarm, spielfrei und mechanisch belastbar sein. Insbesondere bei Kraftfahrzeuglenkungen kommen solche teleskopierbaren Verbindungen an verschiedenen Stellen vor. Es gibt zum einen in der Lenksäule selbst eine teleskopierbare Kombination aus einem inneren und einem äußeren Mantelrohr, die eine Lenkwelle umgeben und die für die Axialverstellung der Lenksäule teleskopierbar ausgeführt sind. Häufig ist eine Kunststoffhülse zwischen den beiden aus Metall gefertigten, zueinander verschiebbaren Bauelementen eingesetzt. Problematisch und aufwändig ist dabei bei der Fertigung dieser Verbindungen, dass das Kunststoffteil nicht unmittelbar als Bauteil eingesetzt werden kann und ohne weitere Bearbeitungsschritte die Anforderungen an Spielfreiheit und eine definierte Reibung bei der axialen Verschiebewegung erfüllen kann.

[0003] In der DE 10 2004 051 670 A1 wird eine Methode zur Herstellung einer Gleitverbindung einer Lenksäulenordnung vorgestellt, bei der zwischen einem äußeren Mantelrohr und einem inneren Mantelrohr eine Hülse vorgesehen ist, die eine spezielle Ausgestaltung von Rippen aufweist. Zur Darstellung einer guten Verschiebbarkeit muss hier ein enges Toleranzfeld eingehalten werden, was hohe Kosten verursacht.

[0004] In der DE 10 2008 005 256 B4 wird eine Gleitverbindung einer Lenksäule vorgestellt, bei der zwischen einem inneren Rohr und einem äußeren Rohr eine Hülse vorgesehen ist, die an lokalen Stellen mittels Wärmeeinbringung mit Kontaktflächen versehen wird, um eine spielfreie Gleitverbindung darzustellen. Diese Methode ist aufwändig.

[0005] Es ist deshalb Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren bereitzustellen, mit dem die Prozesszeit verkürzt werden kann, ein geringerer Energieaufwand erforderlich ist und ein besseres Ergebnis erzielt werden kann. Diese Aufgabe wird von einem Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Es ist weiter Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Vorrichtung mit zueinander verschiebbaren Bauteilen zu schaffen, bei der eine bessere Spielfreiheit und eine genauere Einhaltung vorgegebener Reibungskräfte bzw. Verschiebungskräfte ge-

geben sind. Diese Aufgabe wird von einer Vorrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 8 gelöst.

[0006] Die Aufgabe wird im Einzelnen gelöst, weil bei dem Verfahren zur Herstellung einer axial verschieblichen Verbindung zwischen zwei Bauteilen, zwischen denen ein Kunststoff als Gleitmaterial angeordnet ist, folgende Merkmale vorgesehen sind:

- a) Bereitstellen der beiden zu fügenden Rohrteile, wobei entweder wenigstens eines der beiden Rohrteile eine Kunststoffbeschichtung auf der dem anderen Rohrteil zugewandten Oberfläche aufweist oder eine Kunststoffhülse zwischen den Rohrteilen vorgesehen ist,
- b) Zusammenfügen der Rohrteile zu einer Baugruppe, gegebenenfalls mit der Kunststoffhülse, mittels einer Presskraft in Axialrichtung,
- c) Einspannen der Baugruppe in eine Vorrichtung, bei der die beiden Rohrteile gespannt und in Axialrichtung mit einer Verschiebkraft beaufschlagt werden können,
- d) Anpressen einer Sonotrode von einer Seite an das jeweils äußere Rohrteil und Abstützen des Bauteils an einem Gegenhalter,
- e) Einleiten eines Ultraschallsignals mit einer Frequenz, die in der Nähe der Resonanzfrequenz eines der Bauteile der Baugruppe liegt, in die Sonotrode und Verschieben der Rohrteile in Axialrichtung hin und her, bis die Verschiebkraft oder die Verschiebegeschwindigkeit einen gewünschten Sollwert erreicht,
- f) Beenden des Ultraschallsignals und Entnehmen der Baugruppe aus der Vorrichtung.

[0007] Dadurch wird eine schnellere und im Ergebnis präzisere Kalibrierung der Kunststoffhülse bzw. der Gleithülse bzw. der Kunststoffbeschichtung im Verschiebbereich der Bauteile möglich.

[0008] Als Bauteile der Baugruppe sind insbesondere das äussere Rohrteil oder das innere Rohrteil oder die Kunststoffhülse, falls sie als separates Bauteil vorhanden ist, zu sehen.

[0009] Die Aufgabe einer solchen axial verschieblichen Verbindung zwischen zwei Bauteilen, insbesondere zwei zylindrischen Bauteilen, besteht darin, eine Verschiebbarkeit mit möglichst geringer Verschiebekraft bei gleichzeitig geringem Spiel zwischen den Bauteilen darzustellen. Bei der Auslegung einer solchen Verbindung wird eine maximal zulässige Kraft, die zur Darstellung einer Verschiebung der beiden Bauteile gegeneinander erforderlich ist, festgelegt. Diese Kraft stellt dann den Sollwert für die gewünschte Verschiebekraft dar. Es kann auch vorgesehen sein, den Sollwert für die gewünschte Verschiebekraft auf einen Wert festzulegen, der 5%, be-

vorzugt 10%, unterhalb dem bei der Auslegung festgelegten maximal zulässigen Wert für die Verschiebekraft entspricht.

[0010] Der gewünschte Sollwert für die Verschiebegeschwindigkeit wird bestimmt, indem für eine vorgegebene Verschiebekraft, die oberhalb der maximal zulässigen Verschiebekraft liegt, in Versuchen ermittelt wird, bei welcher Geschwindigkeit der gewünschte Sollwert für die Verschiebekraft erreicht wird. Der Sollwert für die Geschwindigkeit wird dann entsprechend festgelegt. Mit Vorteil kann ein Aufschlag auf den Sollwert von 5%, und mehr bevorzugt von 10%, vorgesehen sein.

[0011] Bevorzugt wird bei dem Verfahren ein Ultraschallsignals mit einer Frequenz im Bereich von 20 kHz bis 35kHz in die Sonotrode eingeleitet, wobei hier eine Frequenz, die möglichst nahe einer Resonanzfrequenz eines der Bauteile, des inneren Rohres oder des äußeren Rohres oder, falls vorhanden der Kunststoffhülse, liegt. In diesem Sinne ist die Begrifflichkeit „in der Nähe der Resonanzfrequenz“ zu verstehen. In dieser Begrifflichkeit sollen Abweichungen von +/- 20% von der Resonanzfrequenz umfasst sein. Bevorzugt ist der Abstand der eingesetzten Frequenz zu einer der Resonanzfrequenzen geringer als +/- 15%. Mehr zu bevorzugen sind Werte die dichter als +/- 10% Abstand zu einer der Resonanzfrequenzen aufweisen.

[0012] Dann ist der Energieübertrag von der Sonotrode auf den Kunststoff besonders effektiv.

[0013] Es kann vorgesehen sein, dass die Resonanzfrequenz vor dem Schritt a) in einer Simulation ermittelt wird, so dass diese Frequenz vorab als Parameter für die Ansteuerung der Sonotrode gespeichert werden kann.

[0014] Dabei kann es von Vorteil sein, wenn die Frequenz des in die Sonotrode eingeleiteten Ultraschallsignals während des Prozessablaufs des Verfahrens variiert wird.

[0015] Vorzugsweise sind die Bauteile ein inneres Mantelrohr und ein äußeres Mantelrohr einer axial teleskopierbaren Kraftfahrzeuglenkung.

[0016] Wenn im Schritt d) zwei Sonotroden an das äußere Bauteil angepresst werden, ist eine intensivere oder anders parametrisierte Energieeinleitung möglich. Insbesondere können die beiden Sonotroden mit Ultraschallsignalen verschiedener Frequenzen beaufschlagt werden.

[0017] Darüberhinaus hat es sich gezeigt, dass auch mit Vorteil mehr als zwei Sonotroden eingesetzt werden können, um die Energieeinleitung noch weiter zu erhöhen. Dabei kann an jeder Sonotrode eine andere

Frequenz oder ein anderer Frequenzverlauf über der Prozesszeit angewendet werden. Dabei sind jedoch Resonanzfrequenzen des inneren Mantelrohrs und/oder des äußeren Mantelrohrs bevorzugt anzusteuern. Der Frequenzverlauf kann entsprechend in Frequenzsprüngen oder -stufen erfolgen.

[0018] Auch die Ultraschalleistung kann für jede Sonotrode separat festgelegt sein. Auch dabei können Verläufe vorgesehen sein. So kann für eine kurze Anfangszeit von bis zu 3s eine hohe Leistung und dann für die übrige Prozesszeit eine niedrige Leistung vorgesehen sein. Dabei ist die niedrige Leistung mit Vorteil um 1/3 niedriger als die hohe Leistung.

[0019] Zur Darstellung des Verfahrens zur Herstellung der axial verschieblichen Verbindung kann die Verschiebung der beiden Bauteile gegeneinander mit einem Pneumatikzylinder bewirkt werden. Durch den eingeleiteten Druck kann gut eine kraftgesteuerte Bewegung der eingespannten Baugruppe erfolgen. Dabei kann die Kraft auch für unterschiedliche Geschwindigkeiten der Bewegung gut eingestellt werden und die Verschiebegeschwindigkeit gemessen werden.

[0020] Bei Kraftfahrzeuglenkung mit einer teleskopierbaren Mantelrohreinheit, die nach einem oben beschriebenen Verfahren hergestellt ist, ergeben sich in der Fertigung kürzere mögliche Taktzeiten und ein geringerer Energieaufwand. Außerdem ist im Ergebnis die Kraftfahrzeuglenkung mit besseren Eigenschaften hinsichtlich Dauerhaltbarkeit, Spielfreiheit und Geräuschfreiheit versehen.

[0021] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1: eine schematisch dargestellte Kraftfahrzeuglenkung;

Fig. 2: eine Mantelrohreinheit;

Fig. 3 - Fig. 4: das Mantelrohr in perspektivischer Darstellung;

Fig. 5: das Mantelrohr aus **Fig. 2 - Fig. 4** in einem Querschnitt;

Fig. 6: das Mantelrohr aus **Fig. 2 - Fig. 5** während der Kalibrierung der Kunststoffhülse;

Fig. 7: das Mantelrohr aus **Fig. 2 - Fig. 5** während der Kalibrierung der Kunststoffhülse; sowie

Fig. 8: das Mantelrohr aus **Fig. 7** während der Kalibrierung der Kunststoffhülse in einem Längsschnitt.

[0022] Die **Fig. 1** zeigt in einer schematischen Darstellung eine Kraftfahrzeuglenkung **1** mit einem Lenkrad **2**, das drehfest mit einer oberen Lenkwelle **3** verbunden ist. Die obere Lenkwelle **3** ist in einer Kon-

sole **4** höhenverstellbar und axialverstellbar gelagert. Über ein Kardangelenke **5** ist die obere Lenkwelle **3** schwenkbar, aber drehfest mit einer unteren Lenkwelle **6** verbunden. Die untere Lenkwelle **6** ist schließlich über ein zweites Kardangelenke **7** mit einem Ritzel **8** verbunden, das in ein Zahnstangensegment **9** einer Zahnstange **10** eingreift.

[0023] Eine Drehbewegung des Lenkrads **2** führt somit zu einer Verschiebung der Zahnstange **10** und in bekannter Weise zu einer Verschwenkung von gelenkten Rädern **11** des Kraftfahrzeugs, wodurch eine Lenkbewegung und Fahrtrichtungsänderung bewirkt wird.

[0024] In den **Fig. 2** bis **Fig. 5** ist ein Beispiel für eine teleskopierbare Mantelrohreinheit **60** dargestellt. Die teleskopierbare Mantelrohreinheit **60** weist die obere Lenkwelle **3** auf, die oben zu **Fig. 1** beschrieben wurde. Die obere Lenkwelle **3** ist drehbar um ihre Längsachse **73** in einem inneren Mantelrohr **61** und einem äußeren Mantelrohr **62** gelagert. Zur Axialverstellung der Lenksäule ist das innere Mantelrohr **61** gegenüber dem äußeren Mantelrohr **62** in Axialrichtung, die der Längsrichtung der Längsachse **73** entspricht, verschiebbar ausgebildet. Zwischen dem inneren Mantelrohr **61** und dem äußeren Mantelrohr **62** ist eine Gleithülse **63** vorgesehen, die in **Fig. 3** separat dargestellt ist. Die Gleithülse **63** sitzt zwischen dem inneren Mantelrohr **61** und dem äußeren Mantelrohr **62**, wie dies in **Fig. 4** und **Fig. 5** erkennbar ist. Es handelt sich bei dem inneren Mantelrohr **61** und dem äußeren Mantelrohr **62** im technischen Sinne nicht um Wellen, zumal diese im dargestellten Beispiel einen kreisrunden Querschnitt aufweisen und keine Drehmomente übertragen können. Es ist dennoch vorteilhaft, wenn der Sitz der beiden Mantelrohrteile im Bereich der Gleithülse **63** spielfrei und dennoch leichtgängig ist. Zu diesem Zweck wird das erfindungsgemäße Verfahren zur Kalibrierung der Gleithülse **63** zwischen dem inneren Mantelrohr **61** und dem äußeren Mantelrohr **62** angewendet. Dies ist in den **Fig. 5** und **Fig. 6** veranschaulicht. Die Sonotrode **35** wird außen auf das äußere Mantelrohr **62** aufgesetzt, welches sich auf dem gegenüber platzierten Amboss **36** abstützt. Sodann wird die Sonotrode **35** von einer Steuerung **66** mit elektrischer Spannung einer bestimmten Frequenz oder einem Frequenzverlauf angesteuert, die einer Resonanzfrequenz des äußeren Mantelrohrs **62** entspricht. Die Schwingungsenergie führt wiederum zu einer Erwärmung der Gleithülse **63**.

[0025] In der **Fig. 6** ist veranschaulicht, dass während des Vorgangs das innere Mantelrohr **61** zwischen Spannbacken **40** eingespannt ist, während das äußere Mantelrohr **62** zwischen Spannbacken **41** eingespannt ist. Während die Gleithülse **63** erwärmt wird, wird das innere Mantelrohr **61** in Richtung des Doppelpfeils **42** hin- und herbewegt. Die dafür erforderliche

Verschiebekraft F wird mit einem Kraftaufnehmer **65** erfasst. Die Verschiebekraft F sinkt mit der Anzahl der Hubbewegungen in Richtung des Doppelpfeils **42**. Sobald ein bestimmter Schwellwert erreicht oder unterschritten wird, ist die Kalibrierung der Gleithülse **63** abgeschlossen. Die Steuerung des Prozesses erfolgt über eine Steuerungs- und Auswerteeinheit **68**. Die so bearbeitete Mantelrohreinheit **60** wird dann aus den Spannzangen **40** und **41** genommen, der Amboss **36** und die Sonotrode **35** werden entfernt, und das Mantelrohr kann in eine Konsole **4** entsprechend **Fig. 1** eingebaut werden.

[0026] In den **Fig. 7** und **Fig. 8** ist eine alternative Prozessführung veranschaulicht. Alternativ oder in Kombination zum Einsatz eines Kraftaufnehmers **65** kann ein Geschwindigkeitsaufnehmer **67** vorgesehen sein, der auch als Wegaufnehmer ausgebildet sein kann, wobei die Geschwindigkeit in einer Steuerungs- und Auswerteeinrichtung **68** bestimmt wird. In der **Fig. 8** ist der Kalibriervorgang in einem Längsschnitt veranschaulicht. Die Sonotrode **35** und der Amboss **36** sind jeweils an die Oberfläche des äußeren Mantelrohrs **62** angesetzt. Das innere Mantelrohr **61** ist in die Kunststoffhülse **63** und das äußere Mantelrohr **62** eingesetzt. Beide Mantelrohre werden nun von Spannzangen **40** und **41** erfasst. Die Spannzange **41** wird stationär gehalten, während die Spannzange **40** durch einen Kolben **69** eines Pneumatikzylinders mit einer Bewegung beaufschlagt werden kann. Eine Steuerungs- und Auswerteeinheit **68** übernimmt die Prozessführung. Die Sonotrode **35** wird von einer Steuerung **66** angesteuert, um eine Ultraschallschwingung auf das äußere Mantelrohr **62** zu übertragen. Das äußere Mantelrohr **62** wird dadurch in eine mechanische Schwingung versetzt. Da das äußere Mantelrohr **62** selbst relativ frei schwingt, wird die Schwingungsenergie zu einem großen Teil auf die Kunststoffhülse **63** übertragen, die dadurch mit hoher Frequenz verformt wird. Die Kunststoffhülse **63** erwärmt sich dabei. Gleichzeitig wird durch eine Relativbewegung in Richtung des Doppelpfeils **42** mittels der Spannzangen **40** und **41** das innere Mantelrohr **61** in Axialrichtung hin- und herbewegt. Dazu werden die Drücke p_1 und p_2 abwechselnd erhöht und abgesenkt, so dass der Kolben **69** hin und her bewegt wird. Der Kolben **69** ist entsprechend mechanisch mit der Spannzange **40** gekoppelt. Die erwärmte Kunststoffhülse **63** passt sich dabei den beiden einander zugewandten Oberflächen des inneren Mantelrohrs **61** und des äußeren Mantelrohrs **62** an. Der Anpassungsvorgang kann dadurch kontrolliert werden, dass die Geschwindigkeit, mit der die Spannzange **40** bewegt wird mit einem Wegsensor oder einem Geschwindigkeitssensor **67** erfasst wird. Vorzugsweise wird die Erhitzung der Kunststoffhülse **30** mittels Ultraschall ebenso wie die Bewegung in Richtung des Doppelpfeils **42** so lange ausgeführt, bis der Maximalwert der Verschiebegeschwindigkeit einen vorgesehenen minimalen Sollwert überschreitet.

tet. Der Anpassungsvorgang ist dann abgeschlossen.

[0027] Nach Abschalten der Anregung der Sonotrode **35** kühlt sich die Kunststoffhülse **63** schnell ab, da die beiden Mantelrohrteile **61** und **62** durch die Ultraschallanregung im Wesentlichen nicht selbst erwärmt wurden und somit gegenüber der Kunststoffhülse **63** kalt sind. Dies fördert die Maßhaltigkeit der so kalibrierten Kunststoffhülse **63**. Hinzu kommt, dass das äußere Mantelrohr **62** und das innere Mantelrohrteil **61** bei diesem Vorgang praktisch keine thermischen Änderungen ihrer Abmessungen erfahren. Dadurch wird die erzielbare Präzision des Kalibriervorgangs der Kunststoffhülse **63** verbessert.

[0028] Die Aufwärm- und Abkühlzeiten des beschriebenen Vorgangs sind auf Grund der geringen zu erwärmenden Masse der Kunststoffhülse **63** kurz, so dass eine kurze Taktzeit erzielbar ist. Weiters genügt es, die Kunststoffhülse nur an der Oberfläche soweit zu erwärmen, dass sie sich gut einformen kann. Der Ablauf der oben beschriebenen Vorgänge sieht also als Ausführungsbeispiel folgende teilweise optionale Prozessschritte vor:

- Bereitstellung der beiden zu fügenden Rohrteile, wobei
- entweder wenigstens eines der beiden Rohrteile eine Kunststoffbeschichtung auf der dem anderen Wellenteil zugewandten Oberfläche aufweist,
- oder eine Kunststoffhülse zur Anlage zwischen den Rohrteilen vorgesehen ist,
- Zusammenfügen der Rohrteile, gegebenenfalls mit der Kunststoffhülse dazwischen,
- wobei die Rohrteile und gegebenenfalls die Kunststoffhülse so ausgebildet sind, dass das Zusammenfügen nur unter Überwindung einer Presskraft erfolgen kann, da der Schiebesitz mit einem Übermaß ausgebildet ist,
- Einspannen der Baugruppe in eine Vorrichtung, bei der die beiden Rohrteile gespannt und in Axialrichtung mit einer Verschiebkraft beaufschlagt werden können. Die Vorrichtung ist vorzugsweise so ausgerüstet, dass eine Verschiebekraft gemessen werden kann.
- Anpressen einer Sonotrode von einer Seite an das jeweils äußere Wellenteil und Abstützen des Innenteils an einem Gegenhalter (Amboss),
- Einleiten eines Ultraschallsignals in die Sonotrode und Verschieben der Rohrteile in Axialrichtung hin und her, bis die Verschiebkraft einen gewünschten Sollwert erreicht. Alternativ kann das Verfahren so ausgeführt werden, dass mit einer konstanten Kraft die Rohrteile gegeneinander verschoben werden und die Verschie-

begeschwindigkeit gemessen wird. Dann wird der Vorgang beendet, wenn eine bestimmte Verschiebegeschwindigkeit erreicht wird.

- Nach Beendigung des Vorgangs wird die Welle als fertiges Bauteil aus der Vorrichtung entnommen und weiter verbaut.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102004051670 A1 [0003]
- DE 102008005256 B4 [0004]

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer axial verschieblichen Verbindung zwischen zwei Rohrteilen, zwischen denen ein Kunststoff als Gleitmaterial angeordnet ist, mit folgenden Merkmalen:

- a) Bereitstellen der beiden zu fügenden Rohrteile, wobei entweder wenigstens eines der beiden Rohrteile eine Kunststoffbeschichtung auf der dem anderen Rohrteile zugewandten Oberfläche aufweist oder eine Kunststoffhülse zwischen den Rohrteilen vorgesehen ist,
- b) Zusammenfügen der Rohrteile zu einer Baugruppe, gegebenenfalls mit der Kunststoffhülse, mittels einer Presskraft in Axialrichtung
- c) Einspannen der Baugruppe in eine Vorrichtung, bei der die beiden Rohrteile gespannt und in Axialrichtung mit einer Verschiebkraft beaufschlagt werden können,
- d) Anpressen einer Sonotrode von einer Seite an das jeweils äußere Bauteil und Abstützen des Bauteils an einem Gegenhalter,
- e) Einleiten eines Ultraschallsignals in die Sonotrode mit einer Frequenz, die in der Nähe der Resonanzfrequenz eines der Bauteile der Baugruppe liegt, und Verschieben der Rohrteile in Axialrichtung hin und her, bis die Verschiebkraft oder die Verschiebegeschwindigkeit einen gewünschten Sollwert erreicht,
- f) Beenden des Ultraschallsignals und entnehmen der Baugruppe aus der Vorrichtung.

2. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Frequenz des in die Sonotrode eingeleiteten Ultraschallsignals im Bereich von 20 bis 35kHz liegt.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Frequenz des in die Sonotrode eingeleiteten Ultraschallsignals während des Prozessablaufs des Verfahrens variiert wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Resonanzfrequenz vor dem Schritt a) in einer Simulation ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bauteile ein inneres Mantelrohr und ein äußeres Mantelrohr einer axial teleskopierbaren Kraftfahrzeuglenkung sind.

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Schritt d) zwei Sonotroden an das äußere Rohrteil angedrückt werden.

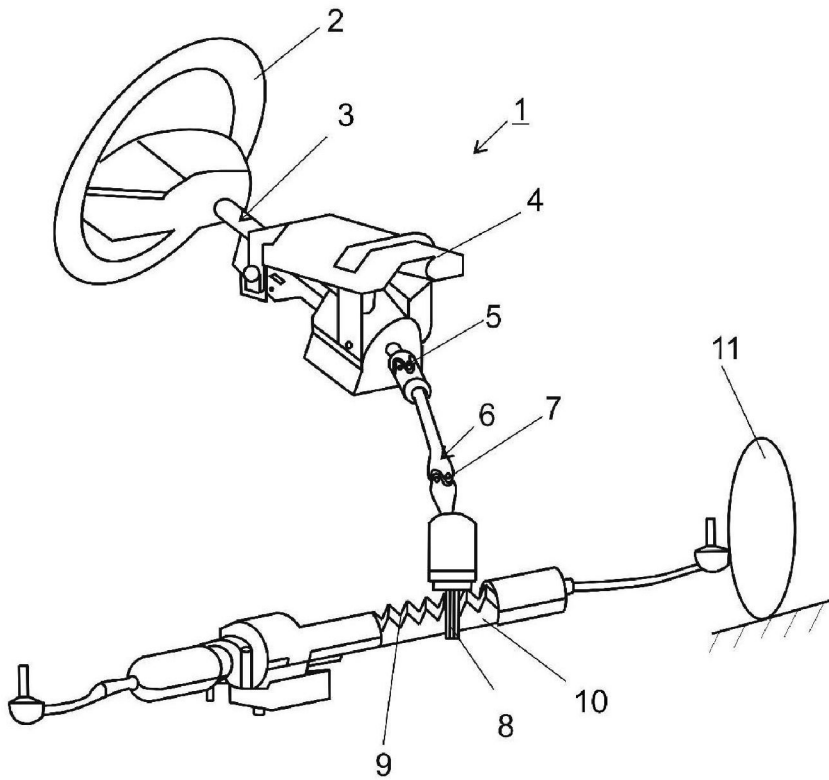
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die beiden Sonotroden mit Ul-

traschallsignalen verschiedener Frequenzen beaufschlagt werden.

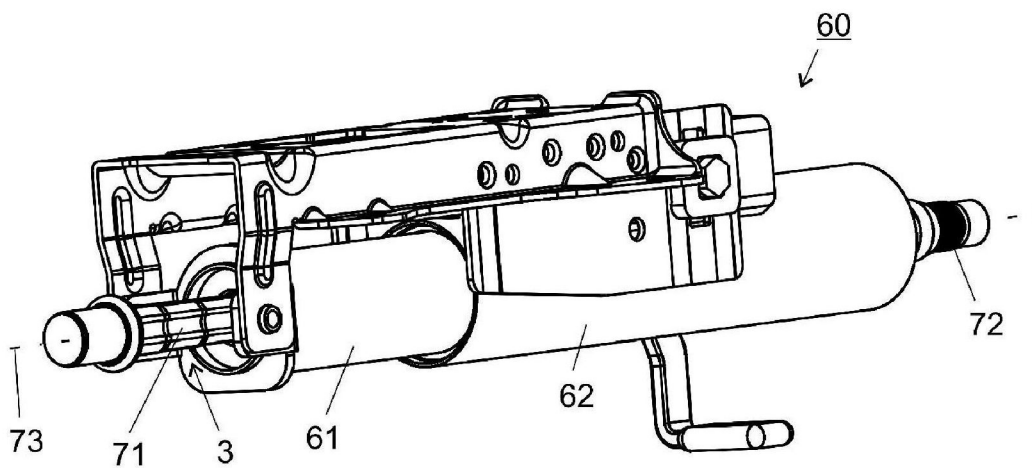
8. Kraftfahrzeuglenkung mit einer telekopierbaren Mantelrohreinheit (60), die nach einem Verfahren mit den Merkmalen der vorhergehenden Ansprüche hergestellt ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

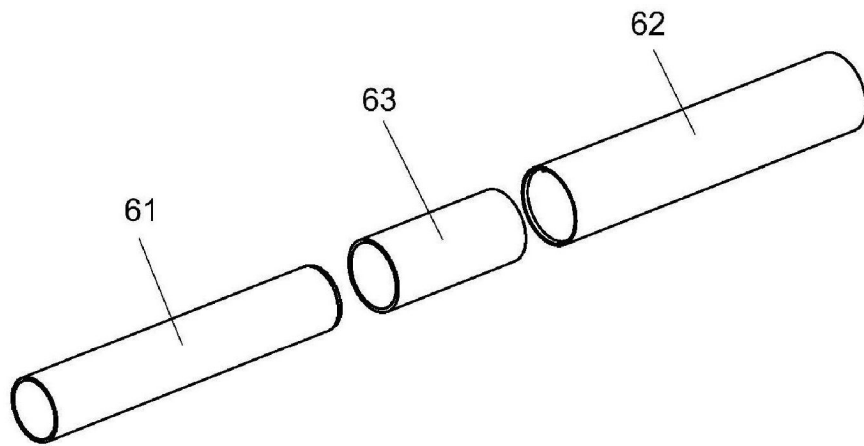
Anhängende Zeichnungen



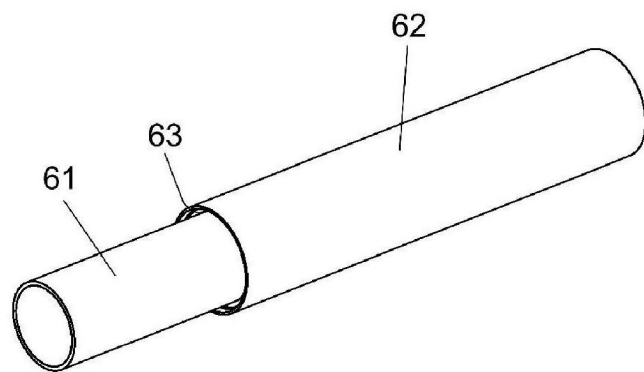
Figur 1



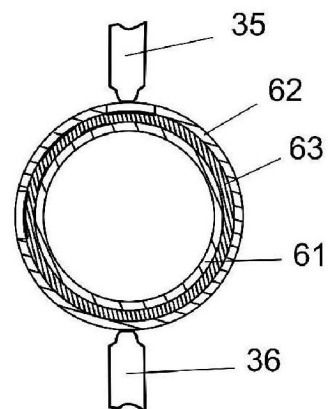
Figur 2



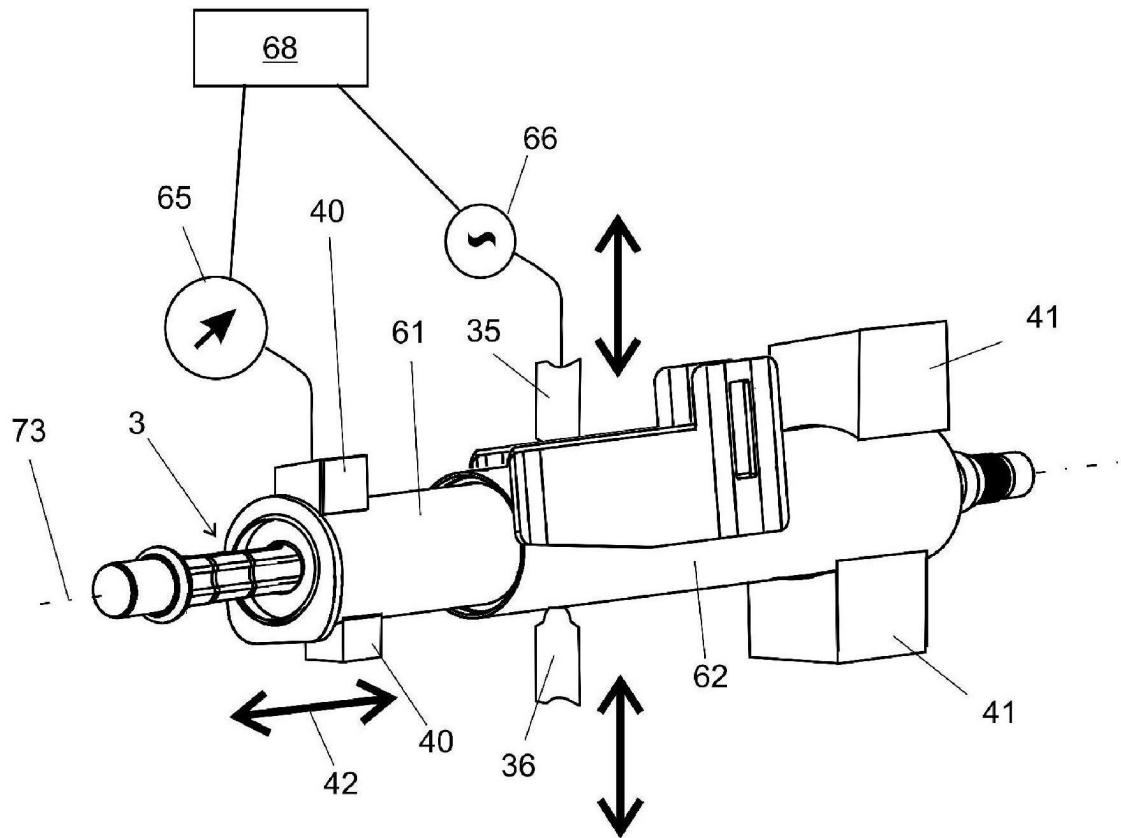
Figur 3



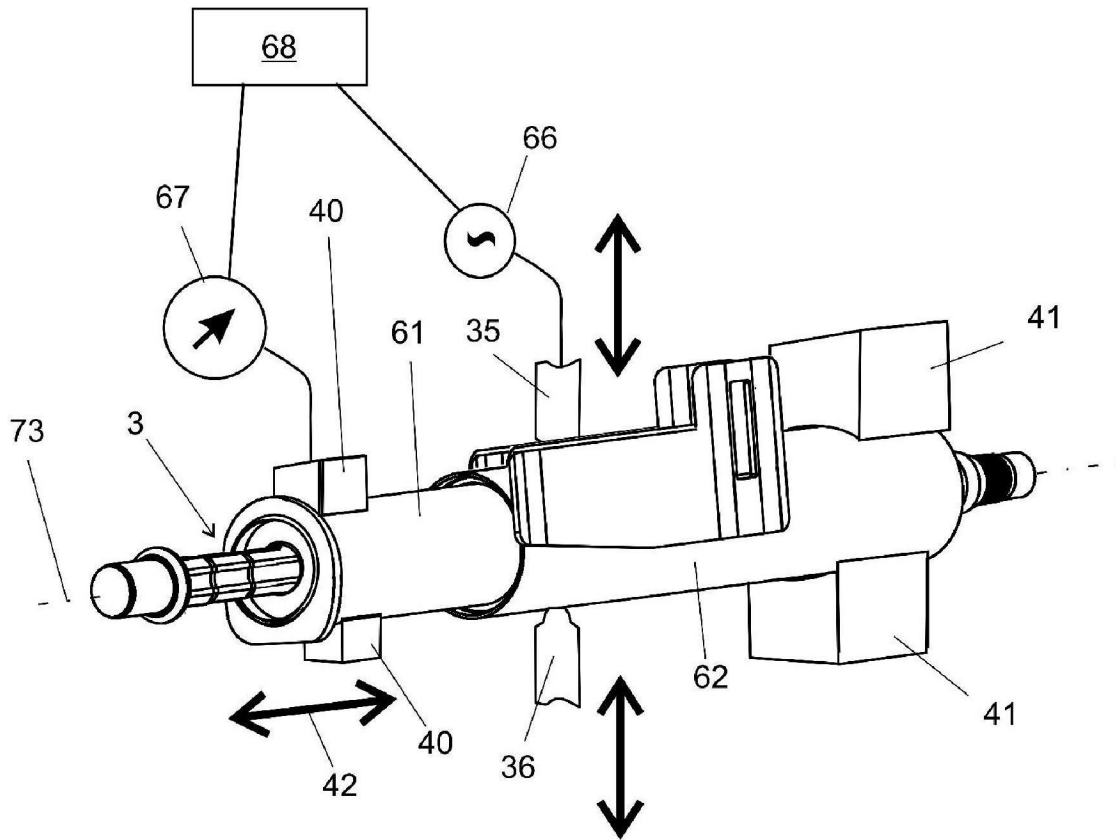
Figur 4



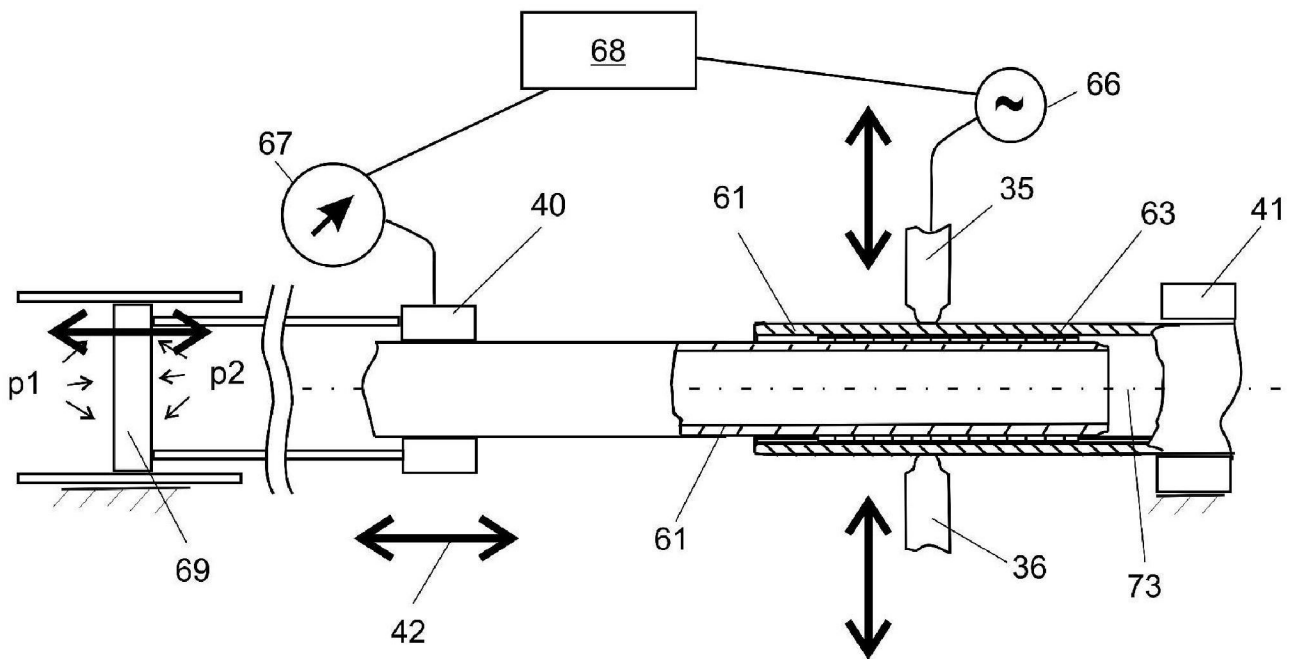
Figur 5



Figur 6



Figur 7



Figur 8