



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 17 098 T2** 2006.09.28

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 125 765 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 17 098.9**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 301 260.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **14.02.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.08.2001**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **08.02.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **28.09.2006**

(51) Int Cl.⁸: **B60B 27/00** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2000037656 16.02.2000 JP

(73) Patentinhaber:

NSK Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

derzeit kein Vertreter bestellt

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, GB

(72) Erfinder:

**Ouchi, Hideo, Fujisawa-shi, Kanagawa-ken, JP;
Kayama, Shigeoki, Fujisawa-shi, Kanagawa-ken,
JP**

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung für Antriebsrad eines Motorfahrzeuges**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Diese Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung für den Antrieb eines Rades eines Kraftfahrzeuges und im Besonderen auf eine Lagereinheit für ein Rad, die eine Nabeneinheit der 3,5er Generation genannt wird, bei der ein Gleichlaufgelenk und eine Nabeneinheit in eine Einheit integriert sind. Eine solche Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 ist aus dem Dokument EP 0 936 086 A bekannt. Diese Vorrichtung wird zum Lagern eines angetriebenes Rades, das durch eine Einzelradaufhängung {Vorderräder für einen FF-Wagen (Frontmotor, Vorderradantrieb), Hinterräder für einen FR-Wagen (Frontmotor, Hinterradantrieb), Hinterräder für einen RR-Wagen (Heckmotor, Hinterradantrieb) und alle Räder für einen 4WD-Wagen (Allradantrieb)} so gelagert wird, dass sich das angetriebene Rad in Bezug auf die Aufhängung frei drehen kann, so wie zum Drehen und Antreiben des angetriebenen Rades eingesetzt.

BESCHREIBUNG DES EINSCHLÄGIGEN STANDES DER TECHNIK

[0002] Um ein Rad so zu lagern, dass es sich in Bezug auf die Aufhängung frei drehen kann, wird eine Radaufnahme-Lagereinheit eingesetzt, die einen Außenring und einen Innenring aufweist, die sich mit Hilfe von Wälzkörpern frei drehen können. Außerdem ist bei der Einzelradaufhängung die Radaufnahme-Lagereinheit, die das angetriebene Rad aufnimmt und lagert, mit einem Gleichlaufgelenk kombiniert, wobei die Drehung der Antriebswelle (unter Aufrechterhaltung eines Gleichlaufes) ruckfrei auf das angetriebene Rad übertragen werden muss, und zwar unabhängig von der relativen Verschiebung zwischen dem Ausgleichsgetriebe und dem angetriebenen Rad oder dem auf das angetriebene Rad angewendeten Lenkwinkel. [Fig. 3](#) zeigt eine typische Vorrichtung für das angetriebene Rad eines Kraftfahrzeuges, bei dem die Radaufnahme-Lagereinheit **1** mit dem Gleichlaufgelenk **2** kombiniert ist.

[0003] Hierbei umfasst die Radaufnahme-Lagereinheit **1** einen Außenring **3**, auf dessen radialer Innenseite sich eine Nabe **4** und ein Innenring **5** mit Hilfe einer Vielzahl von Wälzkörpern **6** frei drehen. Von diesen Teilen ist der Außenring **3** am Achsschenkel **8** (siehe [Fig. 4](#)) der Aufhängung mit Hilfe eines ersten Flansches **7** befestigt, der um die Außenfläche des Außenringes **3** herum so ausgebildet ist, dass er sich während des Betriebes nicht dreht. Außerdem gibt es Reihen von Außenringlaufbahnen **9**, die um die Innenumfangsfläche des Außenringes **3** ausgebildet sind, und die Nabe **4** und der Innenring **5** werden auf der radialen Innenseite dieses Außenringes **3** so gelagert, dass sie zum Außenring **3** konzentrisch sind.

[0004] Auf dem außenseitigen Ende (dem außenseitigen Ende in der Richtung der Breite des Kraftfahrzeuges, wenn die Lagereinheit im Kraftfahrzeug eingebaut ist bzw. das linke Ende in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#)) ist um die Außenumfangsfläche der Nabe **4** herum ein zweiter Flansch **10** zum Lagern des Rades vorhanden. Darüber hinaus ist eine erste Innenringlaufbahn **11** vorhanden, die um die Außenumfangsfläche herum in der Mitte der Nabe **4** ausgebildet ist, und in gleicher Weise passt der Innenring **5** um einen kleinkalibrigen Teil **12**, der auf dem innenseitigen Ende (dem innenseitigen Ende in der Richtung der Breite des Kraftfahrzeuges, wenn die Lagereinheit im Kraftfahrzeug eingebaut ist bzw. das rechte Ende in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 4](#)) ausgebildet ist, und eine zweite Innenringlaufbahn **13** ist um die Außenumfangsfläche des Innenringes **5** herum ausgebildet. Ferner ist ein erstes Keilloch **14** im Mittelpunkt der Nabe **4** ausgebildet.

[0005] Außerdem umfasst das Gleichlaufgelenk **2** einen Außenring **15** für das Gleichlaufgelenk, einen Innenring **16** für das Gleichlaufgelenk und eine Keilwelle **17**. Aus diesen Teilen bildet der Außenring **15** für das Gleichlaufgelenk und die Keilwelle **17** ein Antriebswellenelement **18**. Mit anderen Worten: Diese Keilwelle **17** ist auf dem außenseitigen Ende dieses Antriebswellenelementes **18** ausgebildet und sie passt frei beweglich in das erste, oben beschriebene Keilloch **14** und der Außenring **15** für das Gleichlaufgelenk ist auf dem innenseitigen Ende des Antriebswellenelementes **18** ausgebildet. An einer Vielzahl von Positionen in der Umfangsrichtung sind um die Innenumfangsfläche dieses Außenringes **15** für das Gleichlaufgelenk außenseitige Eingriffsnuten **19** vorhanden, die so ausgebildet sind, dass sie in Bezug auf die Umfangsrichtung orthogonal sind. Im Mittelpunkt des Innenringes **16** für das Gleichlaufgelenk ist darüber hinaus ein zweites Keilloch **20** vorhanden und es gibt innenseitige Eingriffsnuten **21**, die so ausgebildet sind, dass sie jeweils in Bezug auf die Umfangsrichtung orthogonal und um die Außenumfangsfläche des Innenringes **16** herum so angeordnet sind, dass sie mit der jeweiligen Position der oben erwähnten, außenseitigen Eingriffsnuten **19** übereinstimmen. Zwischen diesen innenseitigen Eingriffsnuten **21** und diesen außenseitigen Eingriffsnuten **19** sind Kugeln **22** angeordnet, die von einem Käfig **23** so gelagert werden, dass sie längs der Eingriffsnuten **21**, **19** frei rollen kön-

nen. Die Form von jedem der Bauteile des oben erwähnten Gleichlaufgelenkes **2** ist im Wesentlichen mit der des allgemein bekannten Rzeppa-Gleichlaufgelenkes identisch und bezieht sich im Grunde genommen nicht auf diese Erfindung, weshalb eine detaillierte Beschreibung hier weggelassen wird.

[0006] Im Falle eines Gleichlaufgelenkes **2** und der Radaufnahme-Wälzlagerereinheit **1** gemäß der obigen Beschreibung wird die Keilwelle **17** in das erste Keilloch **14** in der Nabe **4** eingeführt, und zwar von der Innenseite aus zur Außenseite hin (d.h. in der Figur von rechts nach links). Indem außerdem eine Mutter **25** auf den Außengewindeteil **24**, der am außenseitigen Ende der Keilwelle **17** an dem Teil ausgebildet ist, der vom außenseitigen Ende der Nabe **4** aus hervorsteht, aufgeschraubt und anschließend festgezogen wird, werden die Nabe **4** und die Keilwelle **17** aneinander befestigt. In diesem Zustand kommt die Fläche am innenseitigen Ende des Innenringes **5** mit der Fläche am außenseitigen Ende des Außenringes **15** für das Gleichlaufgelenk in Kontakt, so dass der Innenring **5** sich nicht in einer Richtung bewegt, die bewirken würde, dass er sich vom kleinkalibrigen Absatzteil **12** trennt. Gleichzeitig sind die Wälzkörper **6** ordnungsgemäß vorgespannt.

[0007] Außerdem bildet das Keilwellenprofil **27**, das auf dem außenseitigen Ende der Antriebswelle **26** ausgebildet ist, nach dem Einbau in die Aufhängung eines Kraftfahrzeuges, einen Keilprofilsitz mit dem zweiten Keilloch **20**, das im Mittelpunkt des Innenringes **16** für das Gleichlaufgelenk ausgebildet ist. Ein Anschlagring **29**, der in die Einbaunut **28** passt, die auf dem außenseitigen Ende des Keilwellenprofils **27** über den gesamten Umfang um die Außenumfangsfläche herum ausgebildet ist, passt in einen Verankerungsabsatzteil **30**, der um die Kante an der Öffnung auf dem außenseitigen Ende des zweiten Keilloches **20** herum ausgebildet ist und dies verhindert, dass sich das Keilwellenprofil **27** aus dem zweiten Keilloch **20** herausbewegt. Der Abtriebswellenteil des Ausgleichsgetriebes, das in der Figur nicht dargestellt ist, ist mit dem Lagerzapfen eines Tripode-Gleichlaufgelenkes versehen, das ebenfalls in der Figur nicht dargestellt ist, und das innenseitige Ende der Antriebswelle **26** ist mit dem Mittelpunkt des Lagerzapfens verbunden. In dem Maße, wie sich das Kraftfahrzeug bewegt, dreht sich die Antriebswelle **26** mit konstanter Drehzahl, es wird jedoch wiederholt in beiden axialen Richtungen eine Axialbelastung infolge des Widerstandes des Tripode-Gleichlaufgelenkes, der während der Drehung auftritt, aufgebracht.

[0008] Bei der oben beschriebenen und in [Fig. 3](#) dargestellten Radantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug werden die Radaufnahme-Wälzlagerereinheit **1** und das Gleichlaufgelenk **2** aneinander befestigt, indem eine Mutter **25** auf den Gewindeteil **24** geschraubt und anschließend festgezogen wird, wodurch das Gewicht der Einheit groß ist. Mit anderen Worten: Man muss die Keilwelle **17** um den Betrag des Außengewindeteils, der auf der Außenseite des Gleichlaufgelenkes **2** an der Keilwelle **17** ausgebildet ist, verlängern und es ist eine Mutter **25** erforderlich. Deshalb erhöht sich die Abmessung in der Axialrichtung sowie das Gewicht der Radantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug um den Betrag des Gewindeteils **24** und der Mutter **25**.

[0009] Diesbezüglich wird, wie in [Fig. 4](#) dargestellt, im US-Patent mit der Nr. 4,881,842 eine einfachere Bauform offenbart, die es ermöglicht, die Radaufnahme-Lagereinheit und das Gleichlaufgelenk in einer solchen Weise zu befestigen, dass die Abmessung in der Axialrichtung verkürzt und das Gewicht reduziert wird. Bei diesem zweiten Beispiel einer bekannten Bauform, die in [Fig. 4](#) dargestellt ist, wird die Nabe **4** auf der radialen Innenseite des Außenringes **3** gelagert, der am Achsschenkel **8** so befestigt ist, dass er sich mit Hilfe der Wälzkörper **6**, die in einer Vielzahl von Reihen angeordnet sind, frei drehen kann. Außerdem passt die Keilwelle **17** des Antriebswellenelementes **18a** in das erste Keilloch **14**, das im Mittelpunkt der Nabe **4** ausgebildet ist. Es ist ein Einbauteil **31** vorhanden, der auf der Oberfläche des außenseitigen Endes dieser Keilwelle **17** ausgebildet ist, um ein Montagewerkzeug anzubringen, das zum Einbringen der Keilwelle **17** in das erste Keilloch **14** dient. Ferner wird mit Hilfe eines Anschlagringes **33**, der in eine Einbaunut **32** montiert ist, die am Kopfende der Keilwelle **17** um die Außenumfangsfläche herum ausgebildet ist, verhindert, dass diese Keilwelle **17** sich aus der Nabe **4** herausbewegen kann. In diesem Zustand wird ein elastischer Ring **34** zwischen der Nabe **4** und dem Außenring **15** für das Gleichlaufgelenk des Antriebswellenelementes **18a** elastisch zusammengedrückt, um zu verhindern, dass die Keilwelle **17** sich hin und her bewegt und sich in die Nabe **4** verschiebt. Bei diesem zweiten Beispiel einer bekannten Bauform ist die Radantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug kompakter und leichter ausgeführt, indem der Anschlagring **33** für das Verbinden der Radaufnahme-Lagereinheit **1a** mit dem Gleichlaufgelenk **2a** verwendet wird.

[0010] Im Falle des zweiten Beispiels der oben beschriebenen Bauform ist die Vorrichtung zwar kompakter und leichter ausgeführt, es ist aber schwierig, eine angemessene Ist-Dauerfestigkeit aufrechtzuerhalten. Der Grund dafür wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) erläutert.

[0011] Wenn die Radantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug betrieben und die Antriebsleistung (das Drehmoment) übertragen wird, während die Mittelachsen des Außenringes **15** und des Innenringes **16** für das Gleich-

laufgelenk des Rzeppa-Gleichlaufgelenkes **2** (Fig. 3), **2a** (Fig. 4) nicht konzentrisch sind (Schnittwinkel ungleich 180 Grad), dann wird die Kraft, die auf die Kugeln **22**, die innenseitigen Eingriffsnuten **21** und die außenseitigen Eingriffsnuten **19** des Gleichlaufgelenkes **2** wirkt, nicht länger auf die gleiche horizontale Fläche, orthogonal zur Mittelachse, aufgebracht. Deshalb wirkt ein Biegemoment auf die Antriebswellenelemente **18** (Fig. 3), **18a** (Fig. 4) und die Antriebswelle **26**. Außerdem tritt im Falle einer Ungleichmäßigkeit hinsichtlich der Teilung der außenseitigen und der innenseitigen Eingriffsnuten **19**, **21**, die durch Fertigungsfehler bedingt ist, eine Komponente der Last auch in der Radialrichtung als resultierende Kraft von Kontaktlasten an den außenseitigen Eingriffsnuten **19** und den innenseitigen Eingriffsnuten **21** und den Kugeln **22** auf. Wenn eine Lastkomponente in der Radialrichtung infolge dieser resultierenden Kraft auftritt, wird der Querschnitt der Antriebswellenelemente **18** (Fig. 3), **18a** (Fig. 4) und die Antriebswelle **26** nicht nur durch ein Verdrehungsmoment und ein Biegemoment gleichmäßig belastet, sondern auch durch ein Biegemoment, das durch die oben erwähnte Radiallast bedingt ist, belastet, das mit einem Abstand in der Axialrichtung von den Kugeln **22** des Gleichlaufgelenkes **2** (Fig. 3), **2a** (Fig. 4) multipliziert wird.

[0012] Da im Falle der Antriebswelle **26** der Abstand in der Axialrichtung von den Kugeln **22** des Gleichlaufgelenkes **2** zu dem Fußende des Keilwellenprofils **27**, das den schwächsten Teil darstellt, kurz ist, ist somit die Last infolge des Biegemomentes der oben erwähnten Radiallast ebenfalls klein. Dagegen ist im Falle der Antriebswellenelemente **18** (Fig. 3), **18a** (Fig. 4) der Abstand in der Axialrichtung von den Kugeln **22** des Gleichlaufgelenkes **2** zum Fußende (innenseitigen Ende) der Keilwelle **17**, das den schwächsten Teil darstellt, länger als der Abstand zur schwächsten Stelle der Antriebswelle **26**. Deshalb wird das Biegemoment, das durch die oben erwähnte Radiallast bedingt ist, größer als das Biegemoment am schwächsten Teil der Antriebswelle **26**. Zusätzlich kann auch die Wirkung der Last, die zwischen den außenseitigen, den innenseitigen Eingriffsnuten **19**, **21** und dem Käfig **23** wirkt, berücksichtigt werden; jedoch wird davon ausgegangen, dass der Unterschied zwischen den Antriebswellenelementen **18** (Fig. 3), **18a** (Fig. 4) und dem schwächsten Teil der Antriebswelle **26** hinsichtlich der Dauerfestigkeit durch das Biegemoment, das durch die oben erwähnte Radiallast bedingt ist, charakteristisch beeinflusst wird.

[0013] Die Erfinder dieser Erfindung führten Tests an einer Antriebsradvorrichtung für ein Kraftfahrzeug durch, bei der die Radaufnahme-Lagereinheiten **1** (Fig. 3), **1a** (Fig. 4) mit den Gleichlaufgelenken **2** (Fig. 3), **2a** (Fig. 4) kombiniert sind, um zu untersuchen, welcher Teil, am meisten beschädigt wird. Bei dem Test wurden verschiedene Gelenkwinkel (Supplementwinkel des Schnittachsenwinkels) auf die Gleichlaufgelenke **2** (Fig. 3), **2a** (Fig. 4) angewandt und es wurde wiederholt ein Drehmoment von ± 1470 Nm auf die Antriebswelle **26** aufgebracht. Bei dem Keilprofilsitzbereich **35** auf der Nabenseite, wo das erste Keilloch **14** mit der Keilwelle **17** einen Keilprofilsitz bildet, und bei dem Keilprofilsitzbereich **36** auf der Gelenkseite, wo das zweite Keilloch **20** mit dem Keilwellenprofil **27** einen Keilprofilsitz bildet, beträgt der kleine Keilprofildurchmesser (Keilwellen-Grunddurchmesser, Keilnaben-Spitzendurchmesser) 24 mm und beide bilden ein Modul 1. Die Testergebnisse sind in Tabelle 1 dargestellt.

TABELLE 1

Verbindung von Nabe und Gleichlaufgelenk	Gelenkwinkel	Zyklen bis zum Ausfall ($\times 10^4$)	Ausfallort
Anschlagring	0°	19,1	Fußende der Keilwelle 17
		29,8	Fußende der Keilwelle 17
		30,1	Fußende der Keilwelle 17
		30,3	Fußende der Keilwelle 17
		28,3	Fußende der Keilwelle 17
Anschlagring	15°	8,0	Fußende der Keilwelle 17
		11,9	Fußende der Keilwelle 17

Mutter-Verschraubung		40,8	Gelenkkreuz des Tripode-Gleichlaufgelenkes
		38,4	Fußende des Keilwellenprofils 27
	0°	52,3	Fußende des Keilwellenprofils 27
		47,1	Fußende der Keilwelle 17
		51,3	Fußende der Keilwelle 17
		45,8	Fußende der Keilwelle 17
	6°	53,4	Fußende des Keilwellenprofils 27

[0014] Wie sich anhand der Testergebnisse klar erkennen lässt, werden im Falle der Verwendung einer Mutter **25**, wie sie in [Fig. 3](#) dargestellt ist, für die Befestigung der Radaufnahme-Lagereinheit **1** am Gleichlaufgelenk **2**, der Keilprofilsitzteil **35** auf der Nabenseite und der Keilprofilsitzteil **36** auf der Gleichlaufgelenkseite im gleichen Maße beschädigt, wobei die Lastspielzahl bis zum Bruch groß war (lange Lebensdauer). Ferner gab es einen Fall, bei dem das Tripode-Gleichlaufgelenk beschädigt wurde, bevor einer der beiden Keilprofilsitzteile beschädigt war. Wenn dagegen ein Anschlagring **33**, wie in [Fig. 4](#) dargestellt, eingesetzt wurde, um die Radaufnahme-Lagereinheit **1a** am Gleichlaufgelenk **2a** zu befestigen, wurde der Keilprofilsitzteil **35** auf der Nabenseite in allen Fällen beschädigt und die Lastspielzahl bis zum Bruch war klein (kurze Lebensdauer).

[0015] Der Grund, warum die Lebensdauer des Keilprofilsitzteils **35** auf der Nabenseite infolge des Unterschiedes bei der Verbindung der Radaufnahme-Lagereinheiten **1**, **1a** und der Gleichlaufgelenke **2** ([Fig. 3](#)), **2a** ([Fig. 4](#)) kurz ist, lautet wie folgt. Erstens kommen, im Falle der Bauform, die, wie in [Fig. 3](#) dargestellt, eine Mutter **25** verwendet, die Fläche am außenseitigen Ende der Nabe **4** und die Innenfläche der Unterlegscheibe **37**, die an der Mutter **25** angebracht ist, sowie die Fläche am innenseitigen Ende des Innenringes **5** und die Fläche am außenseitigen Ende des Außenringes **15** für das Gleichlaufgelenk miteinander in einen festen direkten Kontakt (Reibungseingriff). Als Folge davon wird der wesentliche Teil des Verdrehungsmomentes oder Biegemomentes von den jeweiligen Kontaktflächen aufgenommen, so dass das Verdrehungsmoment und das Biegemoment, die auf das Fußende der Keilwelle **17** aufgebracht werden, um jenen Betrag verringert werden und die Dauerfestigkeit von diesem Fußende verbessert wird.

[0016] Dagegen ist im Falle der Bauform, die einen Anschlagring **33**, wie in [Fig. 4](#) dargestellt, verwendet, kein fester Kontakt (Reibungseingriff) zwischen der innenseitigen Fläche des Anschlagringes **33** und der Fläche am außenseitigen Ende der Nabe **4**, sowie der Fläche am innenseitigen Ende des Innenringes **5** und der Fläche am außenseitigen Ende des Außenringes **15** für das Gleichlaufgelenk vorhanden. Die (kleine) Kontaktkraft wird durch die Federkraft des elastischen Ringes **34** so begrenzt, dass die Kraft des Reibungseingriffes an der Kontaktfläche klein ist und der Betrag, den dieser Teil von dem Verdrehungsmoment und dem Biegemoment aufnimmt, ist sehr begrenzt. Deshalb wirkt der überwiegende Teil des Verdrehungsmomentes und des Biegemomentes auf das Fußende der Keilwelle **17**. Der Querschnitt von jeder Fläche wird durch eine ungleichmäßige Last belastet und unter Berücksichtigung der Größe des durch die oben erwähnte Radiallast bedingten Biegemomentes wird das Fußende der Keilwelle **17** durch ein Biegemoment belastet, das größer ist als das Biegemoment, das auf das Fußende des Keilwellenprofils **27** wirkt, das auf dem außenseitigen Ende der Antriebswelle **26** ausgebildet ist, so dass, wenn die Wellendurchmesser gleich sind, das Fußende der Keilwelle **17** zuerst beschädigt wird.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0017] Unter Inbetrachtung der obigen Probleme ist es eine Aufgabe dieser Erfindung eine Radantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug bereitzustellen, die es ermöglicht, sogar dann eine angemessene Dauerfestigkeit effektiv aufrechtzuerhalten, wenn die Radaufnahme-Lagereinheit und das Gleichlaufgelenk durch einen Anschlagring verbunden sind.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0018] [Fig. 1](#) ist eine Querschnittsdarstellung, die ein erstes Beispiel für die Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0019] [Fig. 2](#) ist eine Querschnittsdarstellung, die ein zweites Beispiel für die Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0020] [Fig. 3](#) ist eine Querschnittsdarstellung, die ein erstes Beispiel der Konstruktionen nach dem Stand der

Technik zeigt.

[0021] Fig. 4 ist eine Querschnittsdarstellung, die ein zweites Beispiel der Konstruktionen nach dem Stand der Technik zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0022] Die Radantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug dieser Erfindung umfasst folglich: einen Außenring, eine Nabe, eine Vielzahl von Wälzkörpern, ein Antriebswellenelement, einen Anschlagring, außenseitige Eingriffsnuten, einen Innenring für das Gleichlaufgelenk, eine Vielzahl von Kugeln für das Gleichlaufgelenk und eine Antriebswelle.

[0023] Von diesen Teilen dreht sich der Außenring während des Betriebes nicht und umfasst: einen ersten Flansch um dessen Außenumfangsfläche zum Befestigen der Aufhängungsvorrichtung und eine Vielzahl von Außenringlaufbahnen um dessen Innenumfangsfläche.

[0024] Außerdem umfasst die Nabe einen zweiten Flansch um deren Außenumfangsfläche in der Nähe des außenseitigen Endes zum Lagern des Rades; eine erste Innenringlaufbahn, die in der Mitte der Nabe direkt oder auf einem separaten Innenring ausgebildet ist; ein erstes Keilloch, das im Mittelpunkt der Nabe ausgebildet ist; und einen Innenring, der eine zweite Innenringlaufbahn aufweist, die um dessen Außenumfangsfläche herum ausgebildet ist, und der um die Außenumfangsfläche der Nabe auf dem innenseitigen Ende passt und an derselben befestigt ist.

[0025] Darüber hinaus ist eine Vielzahl von Wälzkörpern zwischen der jeweiligen Außenringlaufbahn und der ersten bzw. der zweiten Innenringlaufbahn so angeordnet, dass sie sich frei drehen können.

[0026] Das Antriebswellenelement umfasst an seinem außenseitigen Ende eine Keilwelle, die in das erste Keilloch passt, und sein innenseitiges Ende fungiert als Außenring für das Gleichlaufgelenk.

[0027] Der Anschlagring ist zwischen dem Innenpassteil, der über den gesamten Umfang um die Außenumfangsfläche herum auf dem außenseitigen Ende der Keilwelle ausgebildet ist, und dem Außenpassteil, der um die Innenumfangsfläche der Nabe herum in dem Teil ausgebildet ist, der zum Innenpassteil zeigt, angeordnet und steht mit denselben im Eingriff, wobei dieser Anschlagring verhindert, dass sich die Keilwelle aus dem Keilloch herausbewegt.

[0028] Die außenseitigen Eingriffsnuten sind an einer Vielzahl von Positionen in der Umfangsrichtung um die Innenfläche des Außenringes für das Gleichlaufgelenk herum angeordnet und sie sind jeweils so ausgebildet, dass sie in Bezug auf die Umfangsrichtung orthogonal sind.

[0029] Der Innenring für das Gleichlaufgelenk ist an der radialen Innenseite des Außenringes für das Gleichlaufgelenk angeordnet und es ist ein zweites Keilloch vorhanden, das durch dessen Mittelpunkt ausgebildet ist, und auf dessen Außenumfangsfläche sind innenseitige Eingriffsnuten vorhanden, die so ausgebildet sind, dass sie mit den außenseitigen Eingriffsnuten übereinstimmen und in Bezug auf die Umfangsrichtung orthogonal sind.

[0030] Die Kugeln sind zwischen den innenseitigen Eingriffsnuten und den außenseitigen Eingriffsnuten so angeordnet, dass sie längs der Nuten frei rollen können.

[0031] Die Antriebswelle umfasst einen Keilwellenprofilteil, der an deren außenseitigem Ende ausgebildet ist, und der Keilwellenprofilteil bildet im zweiten Keilloch einen Keilprofilsitz.

[0032] Außerdem ist bei dieser erfundenen Radantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug der Mindestaußendurchmesser des Fußendes der Keilwelle größer als der Durchmesser des Nutgrundes in dem Keilwellenprofil, das auf dem außenseitigen Ende der Antriebswelle ausgebildet ist.

[0033] Bei dieser erfundenen Radantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, die wie oben beschrieben aufgebaut ist, ist es möglich, die Festigkeit der Keilwelle des Antriebswellenelementes während des Betriebes sogar dann aufrechtzuerhalten, wenn die Radaufnahme-Lagereinheit und das Gleichlaufgelenk mit einem Anschlagring verbunden sind, und es ist ferner möglich, eine angemessene Dauerfestigkeit aufrechtzuerhalten, unabhängig von dem Verdrehungsmoment und dem Biegemoment, die wiederholt während des Betriebes aufge-

bracht werden.

[0034] **Fig. 1** zeigt eine erste Ausführungsform der Erfindung. Diese Erfindung ist durch eine Bauform gekennzeichnet, die es ermöglicht, eine angemessene Dauerfestigkeit sogar dann aufrechtzuerhalten, wenn die Radaufnahme-Lagereinheit **1b** und das Gleichlaufgelenk **2a** mit Hilfe eines Anschlagringes **33a** aneinander befestigt sind. Die Bauform und die Funktion der sonstigen Teile sind jeweils nahezu mit der bekannten, in den **Fig. 3** und **Fig. 4** dargestellten Bauform identisch, so dass identische Teile mit ähnlichen Bezugszeichen versehen sind und jede redundante Erläuterung weggelassen oder vereinfacht wird. Die folgende Erläuterung konzentriert sich auf die Merkmale dieser Erfindung und die Teile, die gegenüber der bekannten Bauform anders sind.

[0035] Um bei dieser Erfindung zu verhindern, dass der Innenring **5**, der über den kleinkalibrigen Absatzteil **12** passt, der auf dem innenseitigen Ende der Nabe **4a** ausgebildet ist, sich von seinem kleinkalibrigen Absatzteil **12** trennt, ist ein Quetschteil **38** am innenseitigen Ende der Nabe **4a** vorhanden. Mit anderen Worten: Es ist ein zylindrischer Teil vorhanden, der am innenseitigen Ende der Nabe **4a** ausgebildet ist, und nachdem der Innenring **5** über dem kleinkalibrigen Teil **12** angebracht wurde, wird der zylindrische Teil plastisch in der Radialrichtung nach außen verformt, um den Quetschteil **38** zu formen, und die Fläche am innenseitigen Ende des Innenringes **5** wird von diesem Quetschteil gehalten.

[0036] Eine Eingriffsnut **32**, bei der es sich um die oben erwähnte, innenseitige Eingriffsnut handelt, ist über den gesamten Umfang um den Endteil (das außenseitige Ende) der Keilwelle **17a** des Antriebswellenelementes **18b** herum ausgebildet. Wenn die Keilwelle **17a** in das erste Keilloch eingeführt wird, das durch den Mittelpunkt der Nabe **4a** ausgebildet ist, bildet die Außendurchmesserhälfte des Anschlagringes **33a**, dessen Innendurchmesserhälfte an der Eingriffsnut **32** befestigt ist, einen Passsitz mit dem Passabsatzteil **39**, der um die Innenumfangsfläche auf dem außenseitigen Ende der Nabe **4a** ausgebildet ist, so dass verhindert wird, dass sich die Keilwelle **17a** aus dem ersten Keilloch **14** herausbewegt. Der Passabsatzteil **39** stimmt mit dem zuvor erwähnten Außendurchmesser-Passteil überein. Es ist kein Keilprofil vorhanden, das im Mittenloch der Nabe **4a** an dem Teil ausgebildet wäre, der sich vom Passabsatzteil **39** zur Öffnung am außenseitigen Ende erstreckt, sondern es handelt sich um eine einfache zylindrische Fläche.

[0037] Der Anschlagring **33a** wird in die Eingriffsnut **32** eingesetzt, bevor die Keilwelle **17a** in das erste Keilloch **14** eingeführt wird. Wenn die Keilwelle **17a** in das erste Keilloch **14** eingeführt wird, wird der Durchmesser des Anschlagringes **33a**, während er durch das erste Keilloch **14** hindurchgeführt wird, elastisch zusammengedrückt. Nachdem der Anschlagring **33a** durch das Keilloch **14** hindurchgeführt wurde, nimmt er elastisch wieder seine ursprüngliche Form an und sitzt, wie oben beschrieben, zwischen der Eingriffsnut **32** und dem Passabsatzteil **39**. Um dies zu bewerkstelligen, ist der Durchmesser des Nutgrundes in der Eingriffsnut **32** ausreichend klein ausgeführt.

[0038] Außerdem ist die Öffnung am außenseitigen Ende des Mittenloches in der Nabe **4a** durch eine Kappe **40** abgedeckt. Wenn außerdem der Abdichtring **41**, der zwischen der innenseitigen Fläche des Quetschteils **38** und der Fläche des außenseitigen Endes des Außenringes **15** für das Gleichlaufgelenk angeordnet ist, elastisch zusammengedrückt und anschließend zwischen diesen Flächen eingebaut wird, deckt er den Raum zwischen dem Quetschteil und dem Außenring **15** für das Gleichlaufgelenk ab. Die Kappe **40** und der Abdichtring **41** verhindern, dass Fremdstoffe, wie z.B. Regenwasser, in den Keilprofilsitzteil **35** auf der Nabenseite zwischen der Keilwelle **17a** und dem ersten Keilloch **14** gelangen können und verhindern, dass dieser Keilprofilsitzteil **35** auf der Nabenseite rostet.

[0039] Wenn auf diese Weise durch den Anschlagring **33a** verhindert wird, dass sich die Keilwelle **17a** aus dem ersten Keilloch **14** herausbewegt und der Abdichtring **41** zwischen der innenseitigen Fläche des Quetschteils **38** und der Fläche am außenseitigen Ende des Außenringes **15** für das Gleichlaufgelenk angebracht ist, gibt es einen Abstand zwischen der innenseitigen Fläche des Quetschteils **38** und einem Absatzteil **42**, der auf der Außenfläche in der Mitte des Antriebswellenelementes **18b** ausgebildet ist. Bei dieser Erfindung wird das Maß dieses Abstandes in der Axialdruckrichtung auf einem Wert von höchstens 0,8 mm gehalten. Der Grund dafür besteht darin, einen Verschleiß des Keilprofilsitzteils **35** auf der Nabenseite zu verhindern, und zwar unabhängig von der Verschiebung, die durch die während des Betriebes aufgebrachte Axialbelastung bedingt ist, und ferner sogar zu verhindern, dass der Abdichtring **41** zu stark zusammengedrückt wird, wenn die Nabe **4a** und das Antriebswellenelement **18b** sich einander an der Stelle dicht nähern, wo die innenseitige Fläche des Quetschteils **38** infolge der Axialbelastung mit dem Absatzteil **42** in Kontakt kommt. Der Grund dafür, warum der Absatzteil **42** auf dem Antriebswellenelement konisch ist, besteht darin, dass dieser Absatzteil **42** gezielt schräg ausgeführt wird, um mit dem radialen Innenteil des Quetschteils **38** zu korrespondieren, um es in einer

kleinen Querschnittshöhe zu ermöglichen, den Abdichtring **41** einzubauen, und den Absatzteil **42** zum Kontrollieren der Bewegung in der Axialrichtung festzusetzen.

[0040] Außerdem ist bei dieser erfundenen Radantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug der Mindestaußendurchmesser des Fußendes (des innenseitigen Endes) der Keilwelle **17a** größer als der Nutdurchmesser des Keilwellenprofils **27**, das auf dem außenseitigen Ende der Antriebswelle **26** ausgebildet ist. Mit anderen Worten: Am Fußende der Keilwelle **17a** sind zwei zylindrische Teile vorhanden, einer davon ist ein Hals- oder eingegengter Teil **43** mit einem Mindestaußendurchmesser, der etwas kleiner ist als der Nutdurchmesser des Keilwellenprofils, damit eine Hinterdrehung bereitgestellt wird, wenn das Keilwellenprofil auf der Keilwelle **17a** durch ein Räumverfahren hergestellt wird. Der Außendurchmesser D_{43} dieses Halsteils **43** ist größer als der Nutdurchmesser D_{27} des Keilwellenprofils **27**, und zwar um einen Wert im Bereich von 1 bis 3 mm oder um vorzugsweise 2 mm ($D_{43} = D_{27} + 2 \text{ mm}$). Dieses Maß gilt für eine typische Kraftfahrzeug-Radantriebsvorrichtung.

[0041] Bei dieser erfundenen Radantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, die wie oben beschrieben aufgebaut ist, ist es möglich, die Festigkeit der Keilwelle **17a** des Antriebswellenelementes **18b** während des Betriebes sogar bei der Konstruktion aufrechtzuerhalten, bei der die Radaufnahme-Lagereinheit **1b** und das Gleichlaufgelenk **2a** mit Hilfe eines Anschlagringes **33a** so aneinander befestigt werden, dass die Bauform der Vorrichtung kompakter und leichter ausgeführt ist. Mit anderen Worten: Durch den Betrag, um den der Außendurchmesser des schwächsten Teils oder Halsteils **43**, der am Fußende der Keilwelle **17a** ausgebildet ist, erhöht wird, wird es ermöglicht, zu verhindern, dass die Festigkeit des Halsteils **43** erheblich geringer als die Festigkeit des außenseitigen Endes der Antriebswelle **26** wird. Deshalb wird verhindert, dass die Dauerfestigkeit eines Teils der Bauteile dieser Kraftfahrzeug-Radantriebsvorrichtung erheblich geringer wird als die Dauerfestigkeit der sonstigen Teile und somit lässt sich die Dauerfestigkeit der gesamten Radantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, unabhängig von dem Biegemoment, das wiederholt während des Betriebes aufgebracht wird, aufrechterhalten. Die Keilwelle **17a** kann durch Walzen hergestellt werden. In diesem Falle ist keine Hinterdrehung erforderlich, so dass man als Maß des Durchmessers am Fußende den Mittelwert von dem Keilwellenprofil-Nutdurchmesser und dem Außendurchmesser wählen kann; diese Art der Form weist jedoch, unabhängig von der Erhöhung des Außendurchmessers, einen hochkonzentrierten Spannungskoeffizienten auf und es wurde experimentell bestätigt, dass die Festigkeit abnimmt. Deshalb wird, sogar wenn die Keilwelle **17a** durch Walzen hergestellt wird, bevorzugt, dass ein Halsteil hergestellt wird. In diesem Falle sollte der Außendurchmesser D_{43} des Halsteils **43** größer sein als der Nutdurchmesser D_{27} des Keilwellenprofils **27**, um ebenfalls die jeweiligen Festigkeiten anzugleichen.

[0042] Jetzt wird auf [Fig. 2](#) Bezug genommen, die eine zweite Ausführungsform der Erfindung zeigt. Bei dieser Ausführungsform ist eine Eingriffsnut **44** über den gesamten Umfang um das Fußende der Keilwelle **17b** herum ausgebildet. Der Raum zwischen der Außenumfangsfläche auf dem Fußende der Keilwelle **17b** und der Innenumfangsfläche auf dem innenseitigen Ende der Nabe **4a** wird durch einen O-Ring **45** abgedichtet, der in die Eingriffsnut **44** passt. Der O-Ring **45** stimmt mit dem zuvor erwähnten Abdichtring überein. Außerdem wurde der bei der ersten Ausführungsform beschriebene Abdichtring **41** (siehe [Fig. 1](#)) weggelassen. Bei dieser Ausführungsform ist der Nutdurchmesser D_{44} der Eingriffsnut **44** größer als der Nutdurchmesser D_{27} des Keilwellenprofils **27**, der auf dem außenseitigen Ende der Antriebswelle **26** ausgebildet ist, und zwar um 1 bis 3 mm, und vorzugsweise um 2 mm ($D_{44} = D_{27} + 2 \text{ mm}$). Zusätzlich ist bei dieser Ausführungsform der Keilwellenprofil-Durchmesser D_{17b} der Keilwelle **17b** größer als der Durchmesser D_{27} des Keilwellenprofils **27**, und zwar um 4 mm ($D_{17b} = D_{27} + 4 \text{ mm}$). Um es zu ermöglichen, den Durchmesser D_{44} des Nutgrundes in dieser Eingriffsnut **44** in ausreichendem Maße aufrechtzuerhalten, wenn diese Eingriffsnut **44** hergestellt wird, wird ein relativ dünner Ring mit einem Querschnittsdurchmesser im nicht zusammengedrückten Zustand von etwa 3 mm als O-Ring **45** verwendet.

[0043] Nebenbei bemerkt sind bei diesem Beispiel vier zylindrische Teile am Fußende (vom Teil **43** bis zum Teil **44**) der Keilwelle **17b** vorhanden und der Mindestdurchmesser bei den zylindrischen Teilen ist der Mindestaußendurchmesser des Fußendes.

[0044] Bei der Bauform dieser Ausführungsform lassen sich zusätzlich zur Funktion und zu den Wirkungen, die mit der bzw. denen der erste Ausführungsform übereinstimmen, die folgende Funktion realisieren und die folgenden Wirkungen erzielen. durch den Umstand, dass bei dieser Ausführungsform die Dichtungsausführung, die dazu dient, zu verhindern, dass Fremdstoffe in den Keilprofilsitzteil **35** auf der Nabenseite gelangen, in der Radialrichtung angeordnet ist, ist es möglich, den Abstand L zwischen dem Mittelpunkt der Verschiebung des Gleichlaufgelenkes **2a** und der Einbaufäche des zweiten Flansches **10** für das Lagern des Rades um einen größeren Betrag zu verringern, als wenn sich die Ausführung in der Axialdruckrichtung befindet, wie es für

die erste Ausführungsform beschrieben wurde. Deshalb lässt sich die Kraft (bzw. das Lenkmoment) reduzieren, die zum Bewegen der Nabe **4a** erforderlich ist und den Lenkwinkel, um den Mittelpunkt der Verschiebung vor und zurück, aufbringt. Dies trägt dazu bei, das Gesamtgewicht des Kraftfahrzeuges zu reduzieren, indem es ermöglicht, die Servolenkvorrichtung kompakter auszuführen. Im Falle dieser Ausführungsform zeigt die innenseitige Fläche des Quetschteils **38**, die am innenseitigen Ende der Nabe **4a** ausgebildet ist, direkt zur Fläche am außenseitigen Ende des Außenringes **15** für das Gleichlaufgelenk, wobei jedoch die Abmessungen und Formen von allen Teilen genau so abgestimmt sind, dass der Abstand, der zwischen diesen Flächen vorhanden ist, nicht mehr als 0,5 mm beträgt, um die Bewegung in der Axialrichtung des Keilprofilsitzteils **35** auf der Nabenseite zu kontrollieren.

[0045] Die Kraftfahrzeug-Radantriebsvorrichtung dieser Erfindung funktioniert wie oben beschrieben, wodurch es möglich ist, eine ausreichende Dauerfestigkeit sogar dann aufrechtzuerhalten, wenn die Radaufnahme-Lagereinheit mit Hilfe eines Anschlagringes am Gleichlaufgelenk befestigt ist und die Vorrichtung kompakter und leichter ausgeführt wird.

Patentansprüche

1. Radantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, umfassend:

einen Außenring (**3**), der eine Außenumfangsfläche aufweist, auf der ein erster Flansch (**7**) bereitgestellt ist, um mit einer Aufhängung fest verbunden zu werden, sowie eine Innenumfangsfläche, auf der Außenringlaufbahnen (**9**) in Reihen ausgebildet sind, wobei sich der Außenring (**3**) während des Einsatzes nicht drehen lässt; eine Nabe (**4a**), die eine Außenumfangsfläche aufweist, auf der ein zweiter Flansch (**10**) zur Lagerung eines Rades an einem außenseitigen Endteil derselben bereitgestellt ist, wobei eine erste Innenringlaufbahn (**11**) an einem mittleren Teil derselben ausgebildet ist und ein Innenring (**5**) an einem innenseitigen Endteil derselben bereitgestellt ist, wobei der Innenring (**5**) auf der Nabe (**4a**) fest eingebaut ist und eine Außenumfangsfläche aufweist, auf der eine zweite Innenringlaufbahn (**13**) ausgebildet ist, wobei die erste Innenringlaufbahn (**11**) direkt auf der Nabe (**4a**) oder auf einem separaten, auf der Nabe bereitgestellten Innenring ausgebildet ist und die Nabe (**4a**) ein erstes Keilloch (**14**) aufweist, das im Mittelpunkt derselben ausgebildet ist; eine Vielzahl von Wälzkörpern (**6**), die zwischen der jeweiligen Außenringlaufbahn (**9**) und der ersten bzw. der zweiten Innenringlaufbahn (**11**, **13**) drehbar bereitgestellt sind; ein Antriebswellenelement (**18b**), das ein außenseitiges Ende aufweist, das mit einer Keilwelle (**17a**) für den Eingriff in das erste Keilloch (**14**) ausgebildet ist, sowie ein innenseitiges Ende, das in Form eines Außenringes (**15**) für ein Gleichlaufgelenk (**2a**) ausgebildet ist; wobei die Keilwelle (**17a**) eine Außenumfangsfläche aufweist, auf der am außenseitigen Ende derselben ein radialer Innenpassteil (**32**) ausgebildet ist; wobei die Nabe (**4a**) eine Innenumfangsfläche aufweist, auf der ein radialer Außenpassteil (**39**) an einem Teil ausgebildet ist, der zum radialen Innenpassteil zeigt; einen Anschlagring (**33a**), der bereitgestellt ist zwischen dem radialen Innenpassteil (**32**) und dem radialen Außenpassteil (**39**) und in dieselben eingreift, um zu verhindern, dass sich die Keilwelle (**17a**) aus dem Keilloch (**14**) herausbewegt; wobei der Außenring (**15**) für das Gleichlaufgelenk (**2a**) eine Innenumfangsfläche aufweist, die an Positionen in der Umfangsrichtung mit einer außenseitigen Eingriffsnut (**19**) ausgebildet ist, wobei die außenseitige Eingriffsnut (**19**) orthogonal zur Umfangsrichtung gerichtet ist; einen Innenring (**16**) für das Gleichlaufgelenk (**2a**), der auf der radialen Innenseite des Außenringes (**15**) für das Gleichlaufgelenk (**2a**) bereitgestellt ist und ein zweites Keilloch (**20**) im Mittelpunkt desselben aufweist, sowie eine Außenumfangsfläche hat, auf der eine innenseitige Eingriffsnut (**21**) an einem Teil ausgebildet ist, der mit der außenseitigen Eingriffsnut (**19**) fluchtet, wobei die innenseitige Eingriffsnut (**21**) orthogonal zur Umfangsrichtung gerichtet ist; eine Vielzahl von Kugeln (**22**), die zwischen der außenseitigen Eingriffsnut (**19**) und der innenseitigen Eingriffsnut (**21**) bereitgestellt sind und sich längs der Eingriffsnuten drehen können; und eine Antriebswelle (**26**), die ein außenseitiges Ende aufweist, das mit einem, in das zweite Keilloch (**20**) eingreifenden Außenkeilteil (**27**) ausgebildet ist, wobei der Außenkeilteil (**27**) einen Nutgrund mit einem Durchmesser aufweist; **dadurch gekennzeichnet**, dass die Keilwelle (**17a**) ein Fußende aufweist, an dem deren Mindestaußendurchmesser größer ist als der Durchmesser des Nutgrundes des Außenkeilteils (**27**).

2. Radantriebsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug nach Anspruch 1, bei der das Fußende der Keilwelle (**17a**) eine Eingriffsnut (**44**) aufweist, die im Allgemeinen längs des Umfangs derselben ausgebildet ist, um darin einen Abdichtung (**45**) für die Abdichtung zwischen der Außenumfangsfläche des Fußendes der Keilwelle und der Innenumfangsfläche der Nabe (**4a**) anzubringen, wobei die Eingriffsnut (**44**) einen Nutgrund aufweist, dessen Durchmesser größer ist als der Durchmesser des Nutgrundes des Außenkeilteils (**27**) am außenseitigen

DE 601 17 098 T2 2006.09.28

Ende der Antriebswelle (**26**).

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Fig. 1

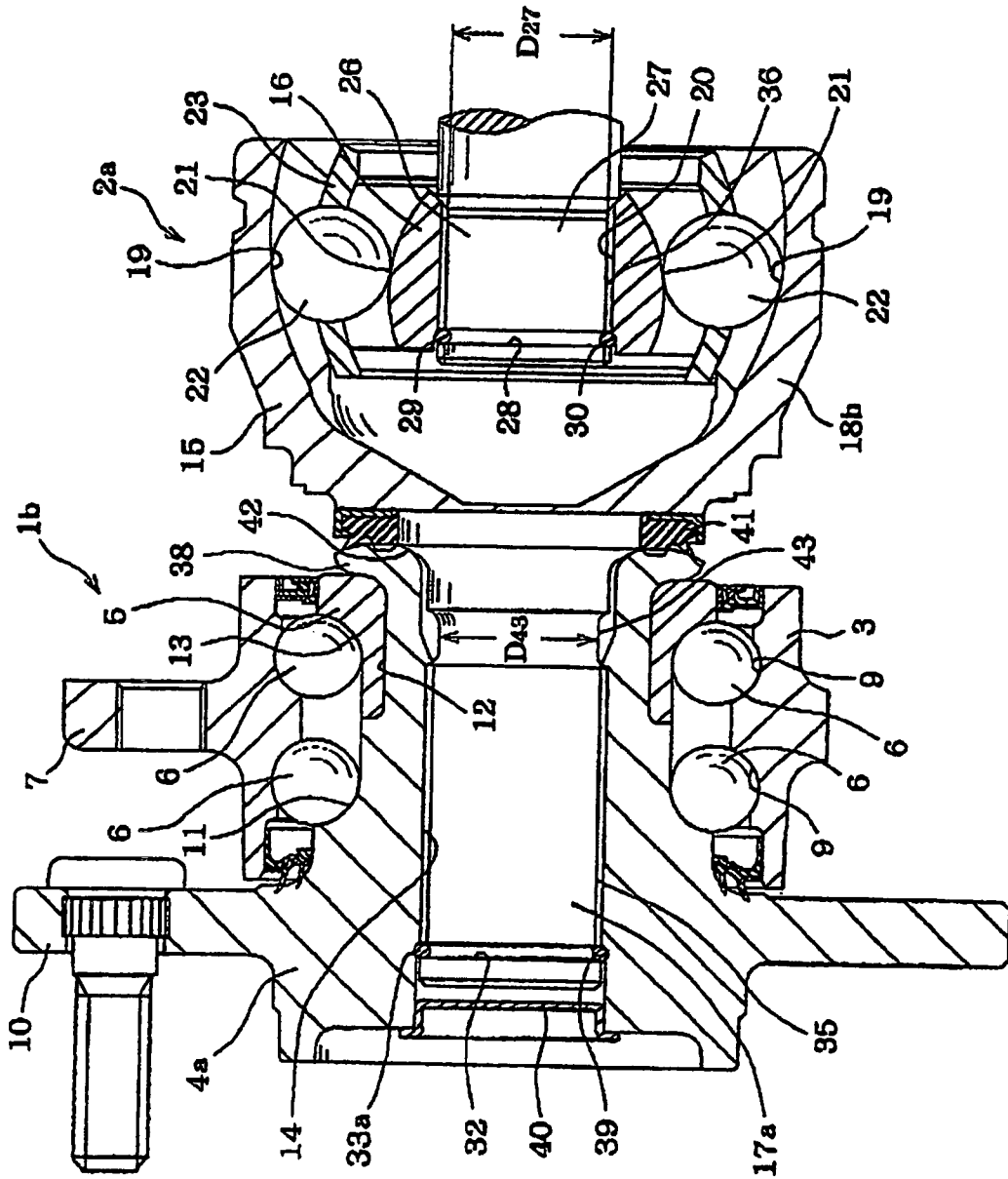


Fig. 2

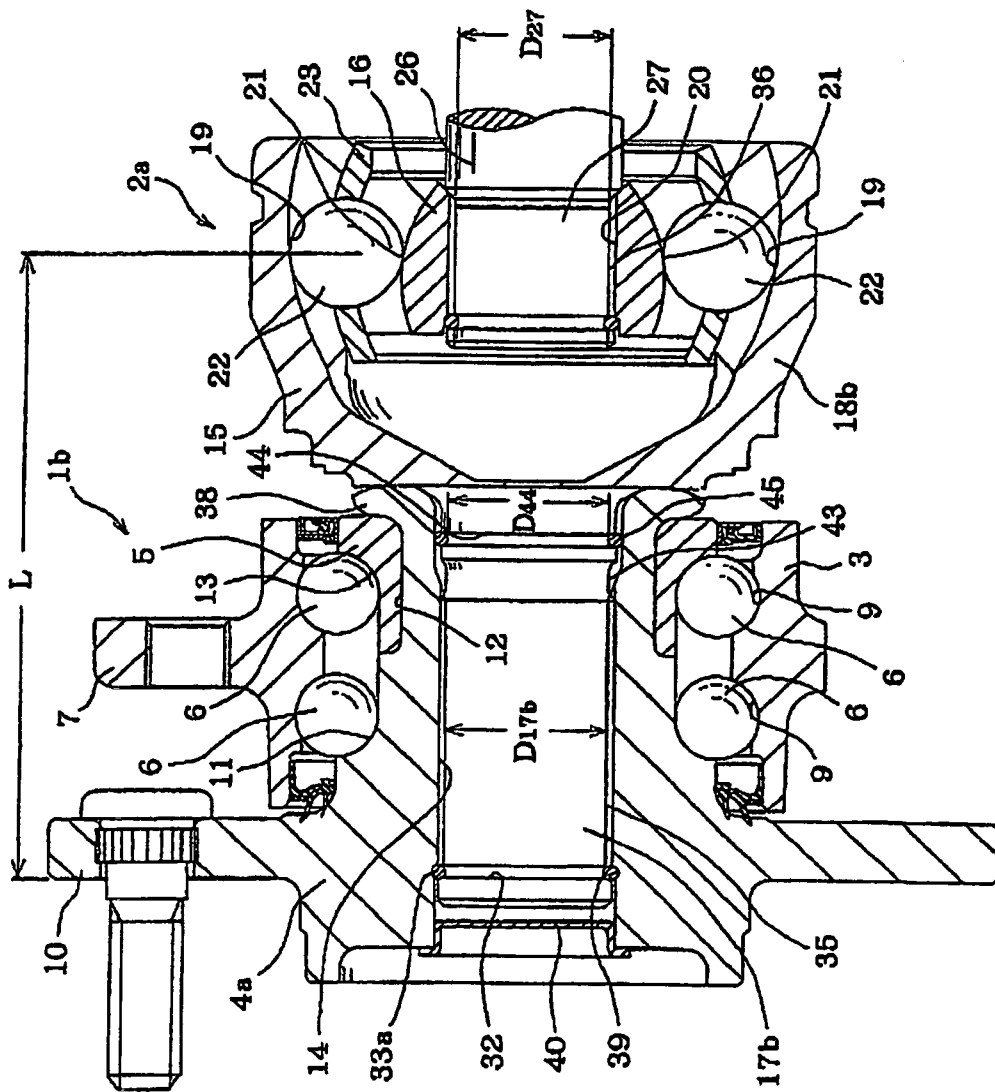


Fig. 3

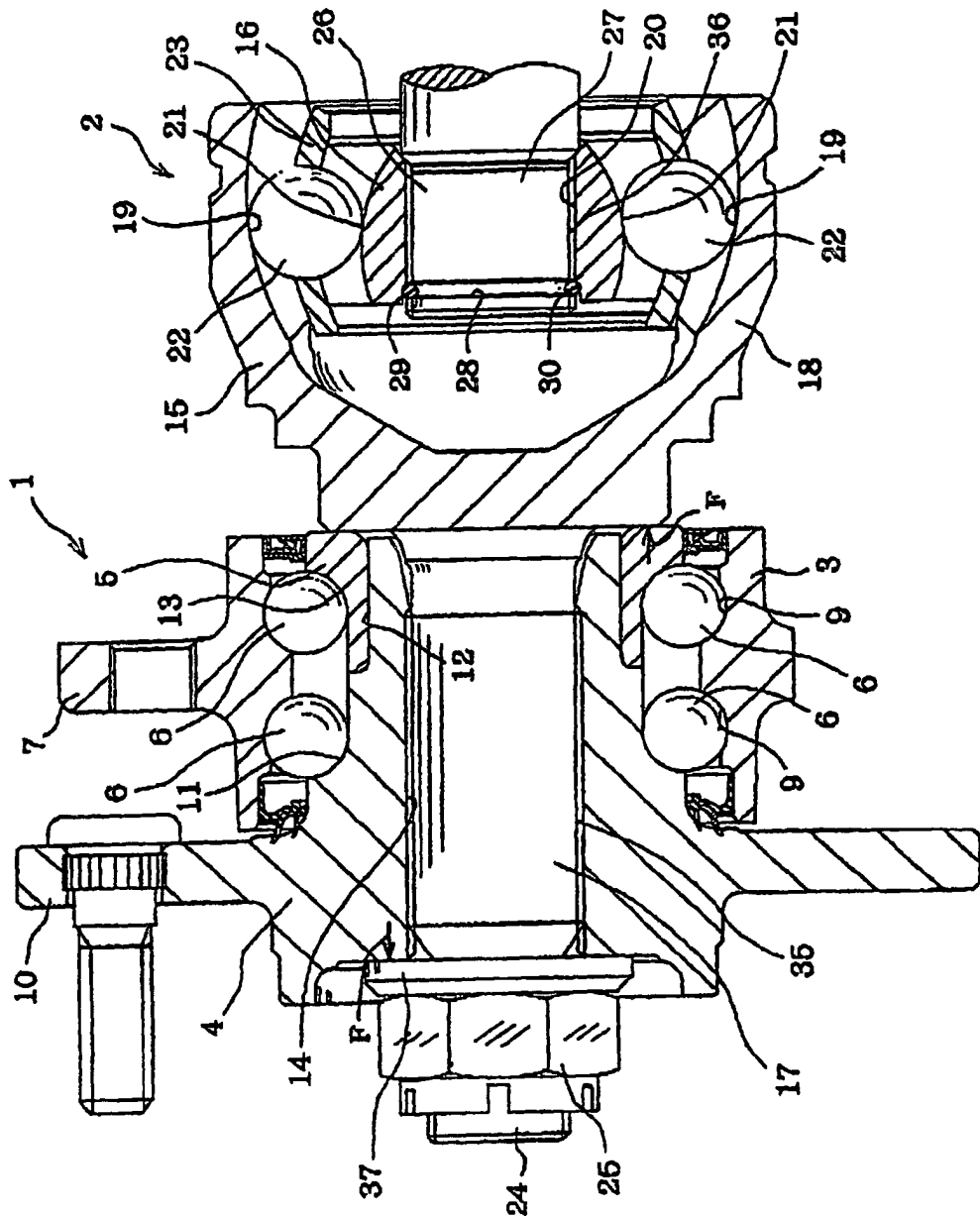


Fig. 4

