



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 008 570 B4** 2007.08.09

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 008 570.9**

(22) Anmeldetag: **24.02.2005**

(43) Offenlegungstag: **03.11.2005**

(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **09.08.2007**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B21K 1/06** (2006.01)

**F16C 33/58** (2006.01)

**F16H 15/38** (2006.01)

Innerhalb von drei 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. 2 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**2004-047835 24.02.2004 JP**

(73) Patentinhaber:  
**NSK Ltd., Tokio/Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &  
Schwanhäusser, 80538 München**

(72) Erfinder:  
**Hirata, Kiyotaka, Fujisawa, Kanagawa, JP; Imai,  
Yoshisada, Hanyu, Saitama, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 199 31 087 C2  
US 61 96 946 B1  
JP 11-0 51 140 A  
JP 2002-1 81 151 A**

(54) Bezeichnung: **Herstellungsverfahren für ein Variatorteil eines stufenlosen Toroidgetriebes**

(57) Hauptanspruch: Herstellungsverfahren für ein Variatorteil eines stufenlosen Toroidgetriebes, wobei das stufenlose Toroidgetriebe aufweist:

eine Eingangs- und eine Ausgangsscheibe;

einen Drehzapfen (10);

eine Antriebsrolle (5);

eine Verschiebungswelle (43), welche aufweist;

einen Halterungswellenabschnitt (41), der schwenkbar durch den Drehzapfen gehalten wird; und

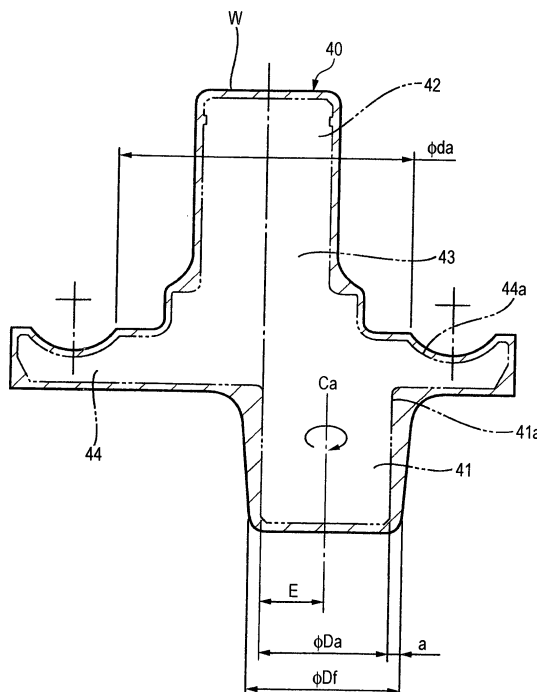
einen Schwenkwellenabschnitt (42), der parallel zum Halterungswellenabschnitt und exzentrisch zu diesem angeordnet ist, wobei der Schwenkwellenabschnitt (42) drehbar die Antriebsrolle (5) hält; und

ein Kugeldrucklager, das einen äußeren Ring (44) aufweist, auf welchem ein äußerer Laufring (44a) vorgesehen ist, wobei das Kugeldrucklager eine Axialdruckbelastung der Antriebsrolle (5) abfängt, und hierbei eine Drehung der Antriebsrolle (5) ermöglicht,

wobei das Variatorteil vereinigt mit der Verschiebungswelle (43) und dem äußeren Ring (44) des Kugeldrucklagers ausgebildet ist,

wobei das Herstellungsverfahren folgende Schritte umfasst:

einen ersten Schritt der Bereitstellung einer unteren Form (50), welche einen ersten Lochabschnitt zur Ausbildung des Schwenkwellenabschnitts und einen ringförmigen, vorspringenden Abschnitt...



**Beschreibung****HINTERGRUND DER ERFINDUNG****1. Gebiet der Erfindung**

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Herstellungsverfahren für ein Variatorteil eines stufenlosen Toroidgetriebes, das als Getriebe eines Kraftfahrzeugs oder als Getriebe einer Industriemaschine oder dergleichen verwendet wird.

**2. Beschreibung des Stands der Technik**

**[0002]** Seit einigen Jahren sind Versuche unternommen worden, ein stufenloses Toroidgetriebe als Getriebe für Kraftfahrzeuge einzusetzen (vgl. beispielsweise die Veröffentlichung eines ungeprüften japanischen Patents Nr. JP-A-11-51140). Wie in **Fig. 3** gezeigt, ist ein stufenloses Toroidgetriebe **1** mit einem Variatorteil versehen, welches eine Eingangsscheibe **3** und eine Ausgangsscheibe **4** vereinigt, die drehbar am Umfang einer Eingangswelle **2** konzentrisch zueinander und unabhängig voneinander gehalten sind, sowie innere Seitenoberflächen **3a**, **4a**, die einander gegenüberliegen, und eine drehbare Antriebsrolle **5**, die zwischen den Innenseitenoberflächen der Eingangsscheibe **3** und der Ausgangsscheibe **4** eingedrückt ist.

**[0003]** Eine Nockenplatte **6** ist so vorgesehen, dass sie mit der Eingangswelle **2** über einen Teil an einer Rückseitenoberfläche der Eingangsscheibe **3** im Eingriff steht. Weiterhin ist eine Rolle **7** zwischen der Nockenplatte **6** und der Eingangsscheibe **3** angeordnet, um eine Andruckvorrichtung **8** des Belastungsnocken Typs auszubilden, damit die Eingangsscheibe **3** zur Seite der Ausgangsscheibe **4** gedrückt wird.

**[0004]** Ein Drehzapfen **10**, der sich zentriert um eine Schwenkwelle **9** entlang einer Richtung im wesentlichen orthogonal zu den Zentrumsachsen der Eingangsscheibe **3** und der Ausgangsscheibe **4** verschwenken kann, ist zwischen der Eingangsscheibe **3** und der Ausgangsscheibe **4** vorgesehen. Der Drehzapfen **10** weist eine Verschiebungswelle **11** auf, die in Richtung im wesentlichen orthogonal zur Schwenkwelle **9** im wesentlichen in deren Zentrum verläuft, und die Antriebsrolle **5** ist drehbar durch die Verschiebungswelle **11** gehalten.

**[0005]** Bei dem voranstehend geschilderten stufenlosen Toroidgetriebe **1** wird die Drehung der Eingangswelle **2** auf die Eingangsscheibe **3** über die Andruckvorrichtung **8** übertragen. Weiterhin wird die Drehung der Eingangsscheibe **3** an die Ausgangsscheibe **4** über die Antriebsrolle **5** übertragen, und wird dann die Drehung der Ausgangsscheibe **4** über ein Ausgangszahnrad **12** abgegeben, das über einen Teil mit der Ausgangsscheibe **4** gekuppelt ist. Durch

Änderung des Schrägstellwinkels der Antriebsrolle **5** durch Verschiebung des Drehzapfens **10** ändert die Antriebsrolle **5** ihre Position, mit welcher sie in Berührung mit der Eingangsscheibe **3** und der Ausgangsscheibe **4** versetzt wird, und wird ein gewünschtes Drehzahlverhältnis (Untersetzungsverhältnis) ständig zwischen der Eingangswelle **2** und dem Ausgangszahnrad **12** zur Verfügung gestellt.

**[0006]** Wie in **Fig. 4** gezeigt, wird die Verschiebungswelle **11** durch ein kreisförmiges Loch **13** gehalten, das in einem mittleren Abschnitt des Drehzapfens **10** vorgesehen ist. Die Verschiebungswelle **11** weist einen Halterungswellenabschnitt **14** und einen Schwenkwellenabschnitt **15** parallel zueinander und exzentrisch zueinander auf. Der Halterungswellenabschnitt **14** wird schwenkbar durch den Drehzapfen **10** über ein Radialnadellager **16** gehalten, und der Schwenkwellenabschnitt **15** steht gegenüber einer inneren Seitenoberfläche des Drehzapfens **10** vor, und hält drehbar die Antriebsrolle **5** über ein Radialnadellager **117**.

**[0007]** Weiterhin sind ein Kugeldrucklager **18** zum Abfangen der Axialdruckbelastung, die auf die Antriebsrolle **5** einwirkt, und ein Nadeldrucklager **20** zum Abfangen der Axialdruckbelastung, die auf einen äußeren Ring **19** einwirkt, welcher das Kugeldrucklager **18** bildet, in dieser Reihenfolge von einer Seite einer äußeren Seitenoberfläche der Antriebsrolle **5** zwischen der äußeren Seitenoberfläche der Antriebsrolle **5** und einer inneren Seitenoberfläche des mittleren Abschnitts des Drehzapfens **10** vorgesehen. Das Kugeldrucklager **18** ermöglicht es der Antriebsrolle **5**, sich zu drehen, während die Axialdruckbelastung abgefangen wird, die auf die Antriebsrolle **5** einwirkt. Weiterhin ermöglicht es das Nadeldrucklager **20** dem Halterungswellenabschnitt **15** und dem äußeren Ring **19**, sich zu verschwenken, zentriert auf dem Halterungswellenabschnitt **14**, wobei die Axialdruckbelastung abgefangen wird, die von der Antriebsrolle **5** auf den äußeren Ring **19** einwirkt.

**[0008]** Daher wird ein hoher Oberflächendruck durch die relative Drehbewegung, welche zwischen einer ringförmigen Laufnut **5a** der äußeren Seitenoberfläche der Antriebsrolle **5**, welche einen inneren Ring des Kugeldrucklagers **18** bildet, und einer ringförmigen Laufnut **19a** des äußeren Rings **19** über eine Kugel **21** erfolgt, an der ringförmigen Laufnut **19a** des äußeren Rings **19** hervorgerufen, und wird eine sich wiederholende Spannung an der ringförmigen Laufnut **19a** hervorgerufen. Daher ist bekannt, dass ein Fluss von Metall entlang der Laufringnut **19a** an der ringförmigen Laufnut **19a** des äußeren Rings **19** des Kugeldrucklagers **18** auftritt (vgl. beispielsweise das US-Patent 6, 196, 946).

**[0009]** Bei einem Herstellungsverfahren, das in dem US-Patent 6,196,946 beschrieben wird, wird ein

scheibenartiges Material, dessen Außendurchmesser vergrößert wird, durch Druckschmieden eines massiven, zylindrischen Materials hergestellt, dessen Metallfluss in Axialrichtung verläuft, und dessen Metallfluss an einer Oberfläche in Außenumfangsrichtung verläuft. Weiterhin wird, wie in **Fig. 5** gezeigt, durch Herstellen der ringförmigen Laufnut **19a** mittels Schmieden, der Metallfluss entlang der ringförmigen Laufnut **19** ausgebildet. Daher wird der Außenring **19** des Kugeldrucklagers **18**, der eine lange Lebensdauer aufweist, hergestellt, ohne einen Fluss am Ende an der ringförmigen Laufnut **19a** zu erzeugen.

**[0010]** Weiterhin ist eine Anordnung zur Verbesserung einer Gangumschalteneigenschaft bekannt, durch Einschränkung einer Schrägstellung der Verschiebungswelle **11**, durch Festlegen der Verschiebungswelle **11** durch den äußeren Ring **19** des Kugeldrucklagers **18**, nämlich durch vereinigte Ausbildung der Verschiebungswelle **11** mit dem äußeren Ring **19** des Kugeldrucklagers **18** (vgl. beispielsweise das US-Patent 6,152,850 und die Veröffentlichung eines japanischen ungeprüften Patents Nr. JP-A-2002-181151). Bei dem stufenlosen Toroidgetriebe, das in der JP-A-2002-181151 beschrieben ist, sind wie in **Fig. 6** gezeigt, die Verschiebungswelle **11** und der äußere Ring **19** des Kugeldrucklagers **18** vereinigt ausgebildet, und darüber hinaus wird, um die Lebensdauer eines Variatorteils **30** zu vergrößern, welches hiermit vereinigt ist, Kugelstrahlen oder dergleichen bei einem Eckabschnitt zwischen dem Halterungswellenabschnitt **14** und dem äußeren Ring **19** eingesetzt, bei einem Eckabschnitt zwischen dem äußeren Ring **19** und dem Schwenkwellenabschnitt **15**, und bei einem Eckabschnitt zwischen einem Abschnitt mit großem Durchmesser und einem Abschnitt mit kleinem Durchmesser des Schwenkwellenabschnitt **15**, an welchen eine Spannungskonzentration auftritt, um eine Kompressionsdruckspannung zur Verfügung zu stellen.

**[0011]** Weiterhin ist beim Stand der Technik bei der Herstellung des wie voranstehend geschildert vereinigt ausgebildeten Variatorteils **30**, wie in **Fig. 7A** gezeigt, der Halterungswellenabschnitt **14**, der exzentrisch zum Schwenkwellenabschnitt **15** verläuft, koaxial zum Schwenkwellenabschnitt **15** ausgebildet. Wenn ein gewünschter Außendurchmesser Da mittels Drehen eines geschmiedeten Materials W hergestellt wird, wird daher die Bearbeitung durchgeführt, während ein Werkstück um ein Bearbeitungsdrehzentrum Ca des Halterungswellenabschnitts **14** herum gedreht wird. In diesem Fall wird eine Radiusabmessung Ra, die durch ein Drehwerkzeug bearbeitet wird, durch  $Ra \geq 2E + a$  repräsentiert (E: Ausmaß der Exzentrizität zwischen dem Halterungswellenabschnitt **14** und dem Schwenkwellenabschnitt **15**, a: minimale Bearbeitungstoleranz). Daher tritt das Problem auf, dass die Bearbeitungstoleranz groß ist, die

Materialausbeute gering ist, und auch die Bearbeitungszeit verlängert wird.

**[0012]** Weiterhin ist bekannt, dass bei dem geschmiedeten Material W, welches wie in **Fig. 7B** koaxial ausgebildet ist, bei der Bearbeitung des Halterungswellenabschnitts **14**, wie in **Fig. 7C** gezeigt, an einem Fußabschnitt **14a** des Halterungswellenabschnitts **14** der Metallfluss durch Bearbeitung schneidend bearbeitet wird. Daher tritt das Problem auf, dass der Metallfluss um den Halterungswellenabschnitt **14** des geschmiedeten Materials W beim Stand der Technik einen Endfluss im wesentlichen über den gesamten Umfang bildet, und die Festigkeit verringert wird.

**[0013]** Außerdem zeigt die DE 199 31 087 C2 ein Herstellungsverfahren einer Nockenscheibe für die Verwendung in einem Toroidgetriebe, wobei die Nockenscheibe ausgehend von einem zylinderförmigen Material mit drei Schmiedeschritten in jeweils einer Prägeplatteneinheit hergestellt wird.

#### ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0014]** Die vorliegende Erfindung wurde angesichts des voranstehend geschilderten Problems entwickelt, und ihr Vorteil besteht in der Bereitstellung eines Herstellungsverfahrens für ein Variatorteil eines stufenlosen Toroidgetriebes, bei welchem eine Verschiebungswelle und ein äußerer Ring eines Kugeldrucklagers vereinigt sind, bei geringem Kostenaufwand, durch Begrenzung einer Erhöhung der Herstellungskosten, durch Verbesserung der Materialausbeute und durch eine kurze Bearbeitungszeit, wobei die Festigkeit des betreffenden Teils erhöht wird, und in der Bereitstellung eines Variatorteils eines stufenlosen Toroidgetriebes sowie eines stufenlosen Toroidgetriebes.

**[0015]** Das der Erfindung zugrundeliegende Problem wird erfindungsgemäß durch ein Herstellungsverfahren mit den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0016]** **Fig. 1** ist eine Ansicht, welche ein Variatorteil eines stufenlosen Toroidgetriebes gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0017]** **Fig. 2A** bis **2E** erläutern Ansichten zur Verdeutlichung von Schritten des Schmiedens des Variatorteils von **Fig. 1**;

**[0018]** **Fig. 3** ist eine Schnittansicht eines wesentlichen Abschnitts, in welcher ein spezieller Aufbau eines stufenlosen Toroidgetriebes gezeigt ist;

[0019] **Fig. 4** ist eine Schnittansicht, die einen Drehzapfen zeigt, der mit einer Antriebsrolle nach dem Stand der Technik versehen ist;

[0020] **Fig. 5** ist eine Ansicht, die einen Schritt des Stanzens eines äußeren Rings des Kugeldrucklagers nach dem Stand der Technik zeigt.

[0021] **Fig. 6** ist eine Schnittansicht eines Variatorteils nach dem Stand der Technik, bei welchem eine Verschiebungswelle und ein äußerer Ring des Kugeldrucklagers vereinigt sind.

[0022] **Fig. 7A** ist eine Ansicht, die ein Material nach dem Schmieden eines vereinigten Variatorteils nach dem Stand der Technik zeigt;

[0023] **Fig. 7B** ist eine Ansicht, die einen Metallfluss des geschmiedeten Variatorteils zeigt; und

[0024] **Fig. 7C** ist eine Ansicht, in welcher ein Abschnitt C von **Fig. 7B** vergrößert ist.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0025] Ein Herstellungsverfahren für ein Variatorteil eines stufenlosen Toroidgetriebes gemäß der vorliegenden Erfindung, ein Variatorteil eines stufenlosen Toroidgetriebes, und ein stufenloses Toroidgetriebe werden im einzelnen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen nachstehend erläutert. Weiterhin besteht eine kennzeichnende Eigenschaft der vorliegenden Erfindung in einem Herstellungsverfahren für ein Variatorteil, bei welchem eine Verschiebungswelle und ein äußerer Ring eines Kugeldrucklagers vereinigt sind, und in dem Variatorteil. Im Übrigen sind der Aufbau und der Betriebsablauf ähnlich wie bei einem stufenlosen Toroidgetriebe, das aus dem Stand der Technik bekannt ist, einschließlich des voranstehend geschilderten Aufbaus beim Stand der Technik. Daher wird eine Erläuterung in Bezug auf Abschnitte weggelassen oder vereinfacht, welche dem Aufbau nach dem Stand der Technik entsprechen, und erfolgt eine Erläuterung, die sich auf den kennzeichnenden Abschnitt der vorliegenden Erfindung konzentriert.

[0026] **Fig. 1** zeigt ein Variatorteil eines stufenlosen Toroidgetriebes, das bei dem Variatorteil nach dem Stand der Technik gemäß **Fig. 6** eingesetzt wird, bei welchem die Verschiebungswelle und der äußere Ring des Kugeldrucklagers vereinigt sind, und welche durch das Herstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung hergestellt werden.

[0027] Weiterhin zeigt der Variator von **Fig. 1** eine Form eines Materials im geschmiedeten Zustand, und bezeichnet ein mit schraffierten Linien dargestellter Abschnitt eine Bearbeitungstoleranz. Ein Abschnitt, der durch eine doppelt gestrichelte Linie dar-

gestellt ist, zeigt daher eine Form eines Erzeugnisses des Variatorteils.

[0028] Ein Variatorteil **40** gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist einstückig oder vereinigt mit einer Verschiebewelle **43** ausgebildet, die einen Halterungswellenabschnitt **41** aufweist, der schwenkbar durch den Drehzapfen **10** (vgl. **Fig. 6**) gehalten wird, und weist einen Schwenkwellenabschnitt **42** parallel zum Halterungswellenabschnitt **41** und exzentrisch zu diesem zum drehbaren Haltern der Antriebsrolle **5** auf (vgl. **Fig. 6**), und einen äußeren Ring **44** eines Kugeldrucklagers (Kugeldrucklagers) zum Haltern der Axialdruckbelastung der Antriebsrolle **5**. Eine Seite des Schwenkwellenabschnitts des äußeren Rings **44** ist mit einem äußeren Laufring **44a** zum Haltern der mehreren Kugeln **21** (vgl. **Fig. 6**) zusammen mit dem inneren Laufring **5a** (vgl. **Fig. 6**) versehen, der an der äußeren Seitenoberfläche der Antriebsrolle **5** vorgesehen ist. Wie aus **Fig. 1** hervorgeht, wird das Schmiedematerial **W** groß ausgebildet, um das Ausmaß einer Bearbeitungstoleranz in einer Form im wesentlichen entlang einer Form eines Erzeugnisses.

[0029] Als nächstes wird ein Herstellungsverfahren für das Variatorteil **40**, das auf diese Art und Weise ausgebildet ist, unter Bezugnahme auf **Fig. 2** erläutert.

[0030] Zuerst wird, wie in **Fig. 2A** gezeigt, ein langes, zylindrisches Feststoffmaterial mit einer Außendurchmesserabmessung von  $\Phi d_0$  auf eine vorbestimmte Länge  $L_0$  unter Verwendung einer Maschiensäge oder einer Blockschere geschnitten. Hierbei wird der Außendurchmesser  $\Phi d_0$  des Feststoffmaterials eingestellt auf  $\Phi d_0 < \Phi d_a$ , so dass sich der Außendurchmesser  $\Phi d_0$  an einer inneren Seite eines inneren Durchmessers  $\Phi d_a$  eines äußeren Laufrings befindet, der durch Schmieden fertig gestellt wird. Weiterhin werden der Außendurchmesser  $\Phi d_0$  und die Länge  $L_0$  des geschnittenen Feststoffmaterials  $W_0$  eingestellt auf  $L_0/\Phi d_0 < 2,5$ , wobei ein Volumen sichergestellt wird, das zur Erzielung der Form des Erzeugnisses weder zu groß noch zu klein ist. Weiterhin erfolgt eine Einstellung auf  $L_0/\Phi d_0 < 2,5$ , um zu verhindern, dass sich das Feststoffmaterial  $W_0$  in einem späteren Gesenkschmiedeschritt verzieht. Wenn beispielsweise  $L_0$  übermäßig lang relativ zu  $\Phi d_0$  ist, besteht die Möglichkeit, dass mitten beim Gesenkschmieden das Feststoffmaterial  $W_0$  sich leicht biegt, so dass es sich verzieht, und ein Metallfluss  $\Delta$  verbogen wird.

[0031] Dann wird das Feststoffmaterial  $W_0$ , das wie voranstehend geschildert geschnitten wurde, auf eine zum Schmieden geeignete Temperatur erwärmt. Dann wird, wie in **Fig. 2B** gezeigt, das erwärmte Feststoffmaterial  $W_0$  durch eine untere Form **50** und eine obere Form **51** verformt, die an beiden Seiten in

seiner Axialrichtung angeordnet sind, und wird ein Gesenkschmieden bis zu einer Grenze eines gesenkgeschmiedeten Außendurchmessers  $\Phi d1$  durchgeführt, der in eine Form eines nachfolgenden Grobschmiedeschritts eingeführt werden kann. Wenn das Gesenkschmieden verstärkt wird, und  $L1/L0$  verringert wird, besteht hierbei die Möglichkeit, dass sich das Material verzieht, und der Metallfluss Ja verbogen wird, und der Schwenkwellenabschnitt nicht nach vorn in einem späteren Schritt extrudiert werden kann. Daher wird eine Länge  $L1$  des Feststoffmaterials  $W1$  im gesenkgeschmiedeten Zustand eingestellt auf  $L1/L0 \geq 0,7$ . Weiterhin ist in Bezug auf die Formen für das Gesenkschmieden es vorzuziehen, einen kreisförmigen, ausgenommenen Abschnitt **52** zumindest entweder auf der oberen Form **50** oder der unteren Form **51** vorzusehen, um ein Herunterfallen des Feststoffmaterials  $W1$  zu verhindern, und auch zu verhindern, dass der Endoberflächen-Außendurchmesser  $\Phi d0$  vergrößert wird. Hierbei ist ein Bereich a-b eines Endflusses  $Jb$  beim Gesenkschmieden innerhalb eines Bereiches des ausgenommenen Abschnitts **52** angeordnet.

**[0032]** Dann wird, wie in **Fig. 2C** gezeigt, ein Grobschmieden durchgeführt, mit dem Ziel, den Schwenkwellenabschnitt **42** nach vorn zu extrudieren, und die Ausbildung des äußeren Rings **44** mit flanschartiger Form vorzubereiten, welche den äußeren Laufring aufweist. Hierbei ist eine untere Form **60** mit einem zylindrischen Abschnitt **62** versehen, der einen Durchmesser aufweist, der größer ist als der Außendurchmesser  $\Phi d1$  des Feststoffmaterials  $W1$ , wobei ein Lochabschnitt **63** vorgesehen ist, der mit dem zylindrischen Abschnitt **62** in Verbindung steht, und einen Außendurchmesser  $\Phi d2$  zur vorläufigen Ausbildung des Schwenkwellenabschnitts **42** aufweist, wobei das Schmieden in einem Zustand durchgeführt wird, in welchem eine Zentrumslinie des Feststoffmaterials  $W1$  und Zentrumslinien der unteren Form **60** und einer oberen Form **61** im wesentlichen übereinstimmen.

**[0033]** Dann wird ein endgültiges Fertigstellungsschmieden mit einer Endbearbeitungsform durchgeführt, wie sie in **Fig. 2D** gezeigt ist. Bei diesem Schritt wird der Schwenkwellenabschnitt **42** nach vorn extrudiert, wird der äußere Laufring **44a** ausgebildet, und wird gleichzeitig der Schwenkwellenabschnitt **41** ausgebildet. Die Endbearbeitungsform weist eine untere Form **73** auf, die einen ersten Lochabschnitt **71** zur Herstellung des Schwenkwellenabschnitts **41** aufweist, sowie einen ringförmigen, vorspringenden Abschnitt **72** zur Ausbildung des äußeren Laufrings **44a** des äußeren Rings **44**, wobei deren Zentrumslinien übereinstimmen, und eine obere Form **75**, die einen zweiten Lochabschnitt **74** aufweist, der eine Zentrumslinie  $O2$  exzentrisch zu einer Zentrumslinie  $O1$  des ersten Lochabschnitts **71** aufweist, und zum ringförmigen, vorspringenden Abschnitt **72**, um ein vor-

bestimmtes Ausmaß  $E$ , zur Ausbildung des Halterungswellenabschnitts **41**.

**[0034]** Durch Einführen eines Abschnitts eines Feststoffmaterials  $W2$ , welches den Außendurchmesser  $\Phi d2$  aufweist, und im Grobschmiedeschritt extrudiert wurde, in den ersten Lochabschnitt **71** wird das Feststoffmaterial  $W2$  an der unteren Form **73** in einem solchen Zustand angebracht, in welchem eine Zentrumslinie des Feststoffmaterials  $W2$  und die Zentrumslinie  $O1$  der unteren Form **73** ausgerichtet sind. Durch Druckbeaufschlagung zum Andrücken der oberen Form **75** an die untere Form **73** werden darüber hinaus der Halterungswellenabschnitt **41**, der äußere Ring **44**, welcher den äußeren Laufring **44a** aufweist, und der Schwenkwellenabschnitt **42** gleichzeitig hergestellt.

**[0035]** Als nächstes wird ein Putzvorgang zum Stanzen und zum Entfernen eines zusätzlichen Gradabschnitts durchgeführt, der beim Endbearbeitungsschmieden extrudiert wurde.

**[0036]** Bei dem Schmiedematerial  $W$ , das auf diese Weise bereitgestellt wird, ist ein Bereich, in welchem ein Endfluss  $Jb$  vorhanden ist, an einer unteren Seite eines Außenumfanges angeordnet, der durch einen Bereich von Punkten zwischen a und b festgelegt wird. Wie in **Fig. 2E** gezeigt, ist der Metallfluss Ja an dem äußeren Laufring **44a** des äußeren Rings **44** entlang der Oberfläche vorgesehen. Selbst wenn eine wiederholte mechanische Belastung durch eine Relativdrehbewegung des Kugeldrucklagers einwirkt, kann daher eine Verringerung der Festigkeit verhindert werden. Selbst an einem Fußabschnitt **41a** des Halterungswellenabschnitts **41**, der in einer Richtung angeordnet ist, in welcher der Halterungswellenabschnitt **41** exzentrisch zum Schwenkwellenabschnitt **42** angeordnet ist, wird der Metallfluss Ja entlang der Oberfläche ausgebildet. Daher kann noch besser verhindert werden, dass die Festigkeit verringert wird, als dies beim Schmiedeverfahren nach dem Stand der Technik der Fall ist, bei Biegebeanspruchungen, die auf diesen Abschnitt einwirken.

**[0037]** Weiterhin ist ein Ende des Metallflusses an einer Seitenoberfläche des Halterungswellenabschnitts der Verschiebungswelle angeordnet, der sich deutlich von dem Metallfluss unterscheidet, der in **Fig. 7B** dargestellt ist.

**[0038]** Weiterhin wird das bereitgestellte Schmiedematerial  $W$  zu einer Grobform bearbeitet, die eine Endbearbeitungstoleranz an einem erforderlichen Abschnitt aufweist. Wenn der Halterungswellenabschnitt **41** durch Drehbearbeitung des Materials  $W$  bearbeitet wird, wird dadurch, dass das Zentrum  $Ca$  des Halterungswellenabschnitts **41** mit dem Zentrum einer Hauptspindel einer Drehbank übereinstimmt, das Schmiedematerial  $W$  gedreht wird, und ein Bear-

beitungswerkzeug bewegt wird, der Halterungswellenabschnitt **41** auf eine gewünschte Grobform bearbeitet. Daher wird die Bearbeitungstoleranz Ra bei der Drehbearbeitung des Halterungswellenabschnitts **41** zu  $Ra \geq a$ , und kann das Ausmaß der Bearbeitung in einem Ausmaß von 2E verringert werden, im Vergleich zur Bearbeitung nach dem Stand der Technik.

**[0039]** Weiterhin werden eine gewünschte Oberflächenhärte und eine gewünschte mechanische Festigkeit durch eine Wärmebehandlung erhöht, wird eine Bearbeitung oder Polieren an einem zur Funktion erforderlichen Abschnitt durchgeführt, und wird die endgültige Erzeugnisform des Variatorteils **40** bereitgestellt.

**[0040]** Wie voranstehend geschildert wird, bei der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, das Schmieden so durchgeführt, dass der Außendurchmesser  $\Phi d_0$  des Feststoffmaterials kleiner gewählt wird als der Innendurchmesser  $\Phi d_a$  des äußeren Laufrings **44a** des äußeren Rings **44**, und man die Zentrumslinie des Feststoffmaterials mit der Zentrumslinie O1 des ringförmigen, vorspringenden Abschnitts **72** übereinstimmen lässt, welcher den äußeren Laufring bildet, was dazu führt, dass der Endfluss Jb der Endoberfläche des Feststoffmaterials nicht in den äußeren Laufring **44a** extrudiert wird, und der Metallfluss Ja entlang der Oberfläche des äußeren Laufrings **44a** zur Verfügung gestellt werden kann. Selbst wenn eine wiederholte mechanische Belastung durch die Relativdrehbewegung des Kugeldrucklagers einwirkt, kann daher verhindert werden, dass die Festigkeit am äußeren Laufring **44a** verringert wird.

**[0041]** Weiterhin wird der Halterungswellenabschnitt **41**, der auf einer Seite gegenüberliegend dem äußeren Laufring **44a** ausgebildet wird, durch den zweiten Lochabschnitt **74** der oberen Form **75** geschmiedet, welcher die Zentrumslinie O<sub>2</sub> an einem Ort exzentrisch zur Zentrumslinie O<sub>1</sub> der unteren Form **73** um das vorbestimmte Ausmaß E aufweist, so dass das Schmiedematerial W entlang der gewünschten Erzeugnisform bereitgestellt werden kann. Daher kann die Bearbeitungstoleranz Ra bei der Drehbearbeitung des Halterungswellenabschnitts **41** minimiert werden, und kann die Bearbeitungszeit verkürzt werden.

**[0042]** Weiterhin wird durch Schmieden wie voranstehend geschildert der Metallfluss Ja entlang der Oberfläche an dem Fußabschnitt **41a** des Halterungswellenabschnitts **41** ausgebildet, welcher in der Richtung angeordnet ist, in welcher der Halterungswellenabschnitt **41** exzentrisch zum Schwenkwellenabschnitt **42** ist. Selbst wenn eine mechanische Belastung auf den Halterungswellenabschnitt **41** infolge einer Verformung des äußeren Rings **44** einwirkt,

kann daher eine Verringerung der Festigkeit an dem Fußabschnitt **41a** des Halterungswellenabschnitts **41** verhindert werden.

**[0043]** Das Variatorteil des stufenlosen Toroidgetriebes gemäß der vorliegenden Erfindung ist nicht nur bei einem stufenlosen Toroidgetriebe des Typs mit einem einzigen Hohlraum einsetzbar, sondern auch bei dem Typ mit einem doppelten Hohlraum. Weiterhin wird zwar bei der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung das Variatorteil bei einem halben stufenlosen Toroidgetriebe eingesetzt, jedoch ist die vorliegende Erfindung auch bei einem vollständigen stufenlosen Toroidgetriebe einsetzbar.

## Patentansprüche

1. Herstellungsverfahren für ein Variatorteil eines stufenlosen Toroidgetriebes, wobei das stufenlose Toroidgetriebe aufweist:

- eine Eingangs- und eine Ausgangsscheibe;
- einen Drehzapfen (**10**);
- eine Antriebsrolle (**5**);
- eine Verschiebungswelle (**43**), welche aufweist;
- einen Halterungswellenabschnitt (**41**), der schwenkbar durch den Drehzapfen gehalten wird; und
- einen Schwenkwellenabschnitt (**42**), der parallel zum Halterungswellenabschnitt und exzentrisch zu diesem angeordnet ist, wobei der Schwenkwellenabschnitt (**42**) drehbar die Antriebsrolle (**5**) haltet; und
- ein Kugeldrucklager, das einen äußeren Ring (**44**) aufweist, auf welchem ein äußerer Laufring (**44a**) vorgesehen ist, wobei das Kugeldrucklager eine Axialdruckbelastung der Antriebsrolle (**5**) abfängt, und hierbei eine Drehung der Antriebsrolle (**5**) ermöglicht, wobei das Variatorteil vereinigt mit der Verschiebungswelle (**43**) und dem äußeren Ring (**44**) des Kugeldrucklagers ausgebildet ist,

wobei das Herstellungsverfahren folgende Schritte umfasst:

- einen ersten Schritt der Bereitstellung einer unteren Form (**50**), welche einen ersten Lochabschnitt zur Ausbildung des Schwenkwellenabschnitts und einen ringförmigen, vorspringenden Abschnitt zur Ausbildung des äußeren Laufrings des äußeren Rings aufweist, wobei Zentrumslinien des ersten Lochabschnitts und des ringförmigen, vorspringenden Abschnitts zusammenfallen, und einer oberen Form (**51**), die einen zweiten Lochabschnitt zur Ausbildung des Halterungswellenabschnitts aufweist, wobei eine Zentrumslinie des zweiten Lochabschnitts exzentrisch zur Zentrumslinie des ersten Lochabschnitts um einen vorbestimmten Wert angeordnet ist;
- einen zweiten Schritt der Anbringung eines Feststoffmaterials auf der unteren Form (**50**) so, dass eine Zentrumslinie des Feststoffmaterials mit der Zentrumslinie des ringförmigen, vorspringenden Abschnitts übereinstimmt;
- und
- einen dritten Schritt der gleichzeitigen Ausbildung

des Halterungswellenabschnitts, des äußeren Rings, welcher den äußeren Laufring aufweist, und des Schwenkwellenabschnitts, durch Druckbeaufschlagung der oberen Form (51) und der unteren Form (50) so, dass sie sich einander nähern.

2. Herstellungsverfahren für das Variatorteil des stufenlosen Toroidgetriebes nach Anspruch 1, bei welchem das Feststoffmaterial dadurch ausgeformt wird, dass ein zylindrisches Feststoffmaterial, das einen Durchmesser aufweist, der kleiner ist als ein Innendurchmesser des äußeren Laufrings, vor dem dritten Schritt geschmiedet wird.

3. Herstellungsverfahren für das Variatorteil des stufenlosen Toroidgetriebes nach Anspruch 1, bei welchem die obere Form gegen die untere Form in dem dritten Schritt angedrückt wird.

4. Herstellungsverfahren für das Variatorteil des stufenlosen Toroidgetriebes nach Anspruch 1, mit folgendem weiteren Schritt:  
einem vierten Schritt der Bearbeitung einer Endbearbeitungstoleranz, die um das Variatorteil herum vorgesehen ist, mit im wesentlichen derselben Form wie jener des Variatorteils.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

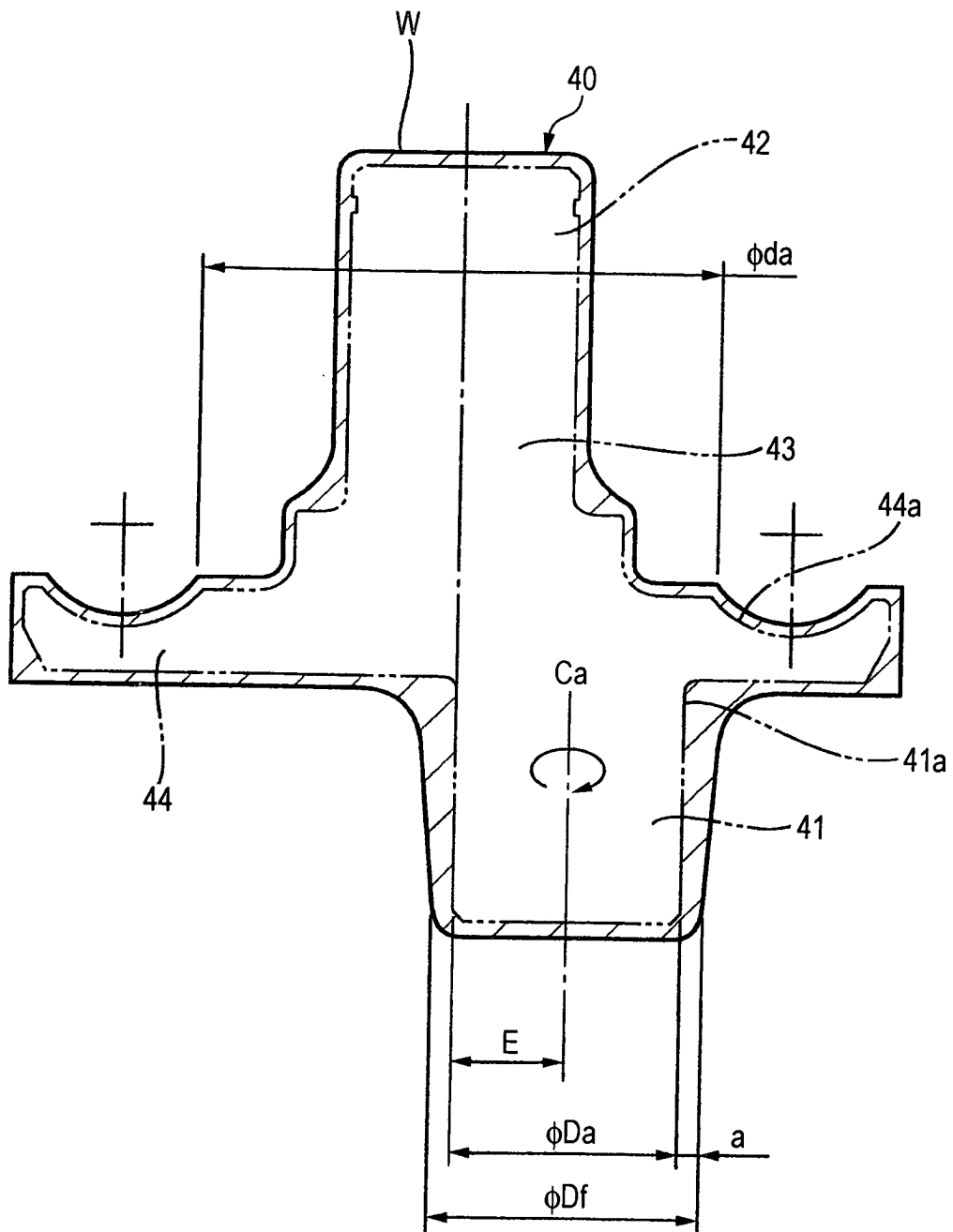




FIG. 2 (a)

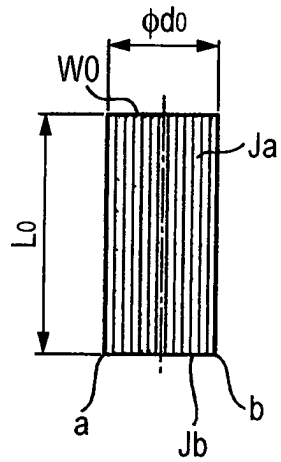


FIG. 2 (b)

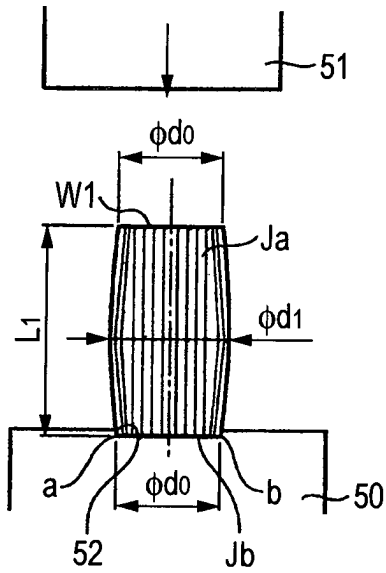


FIG. 2 (c)

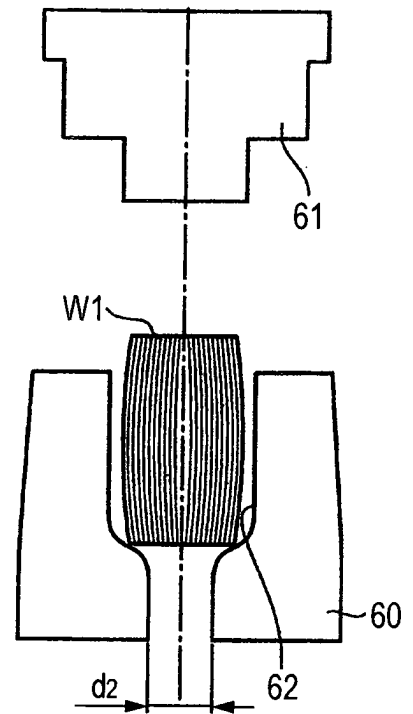


FIG. 2 (d)

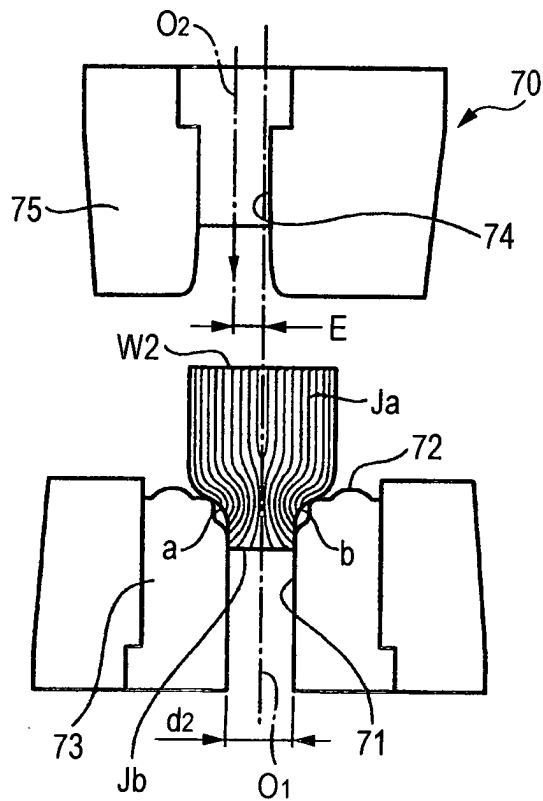


FIG. 2 (e)

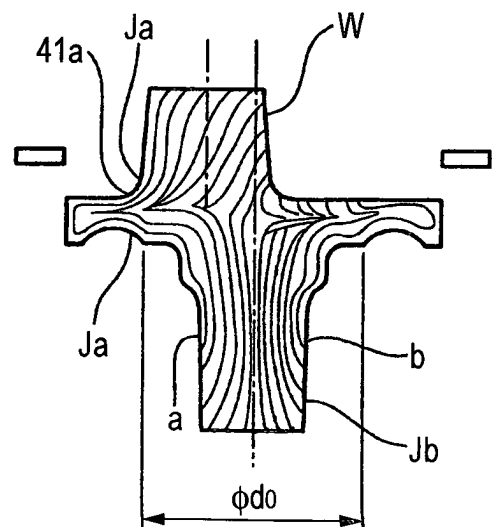
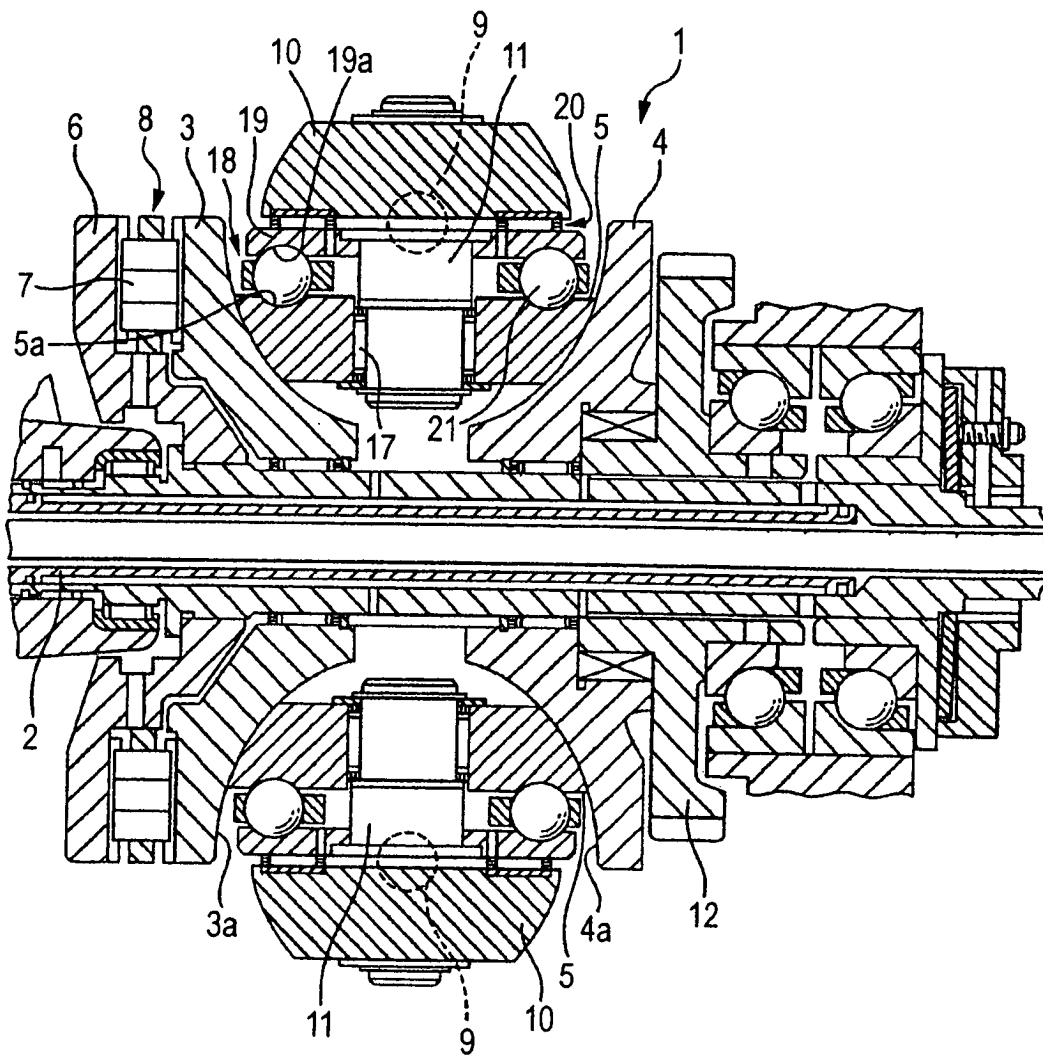
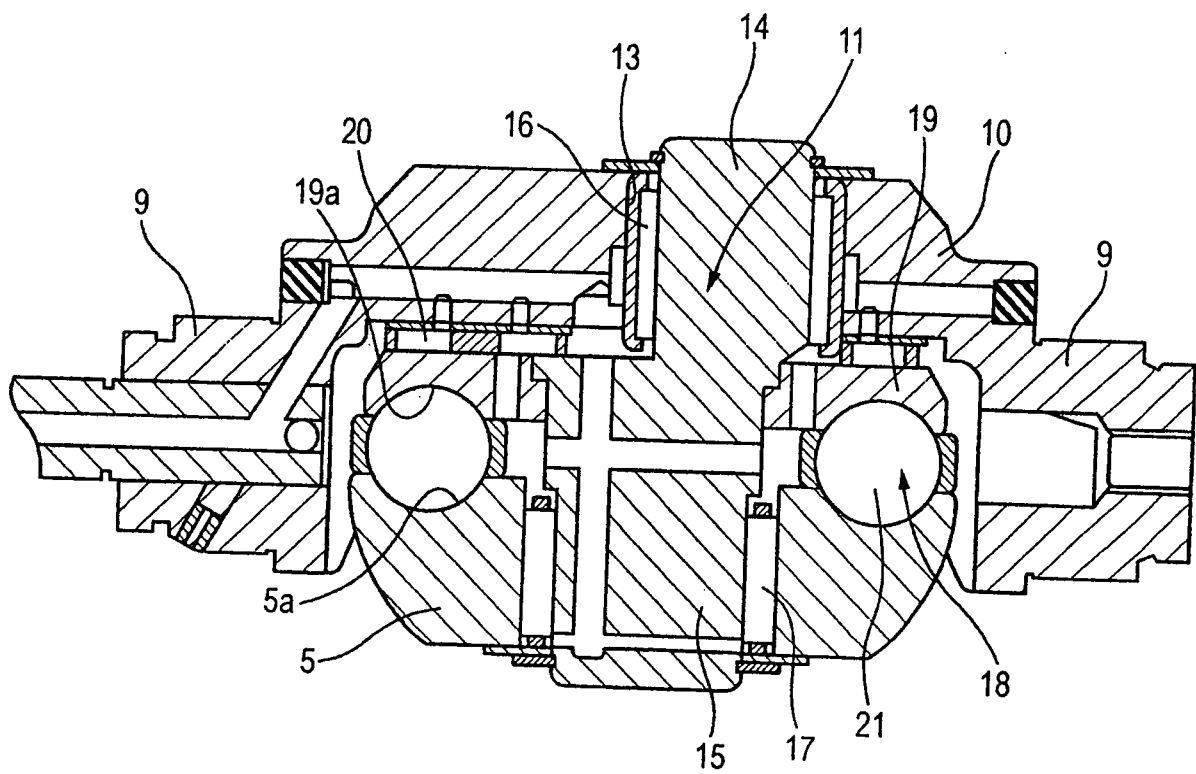


FIG. 3



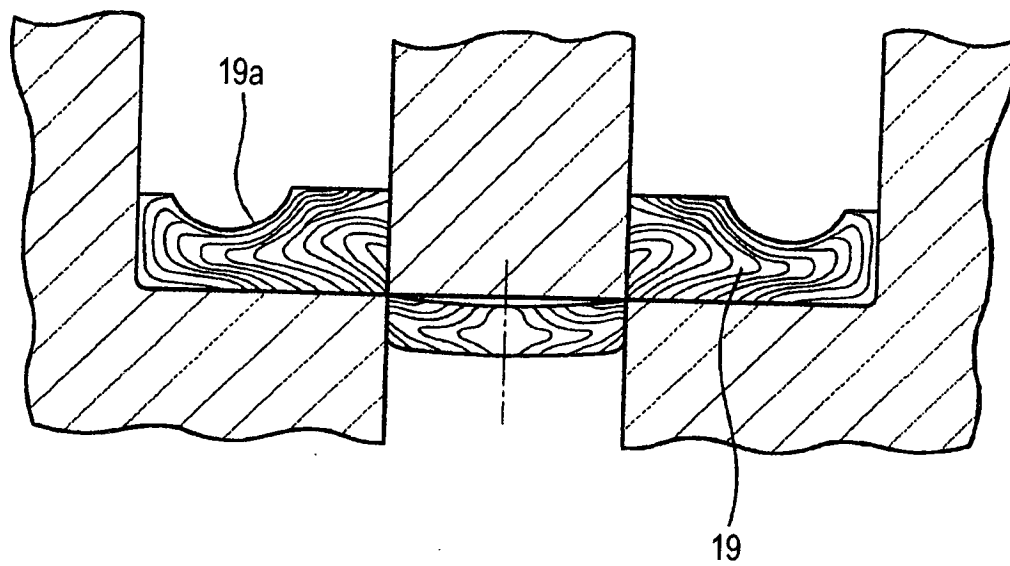
Stand der Technik

*FIG. 4*



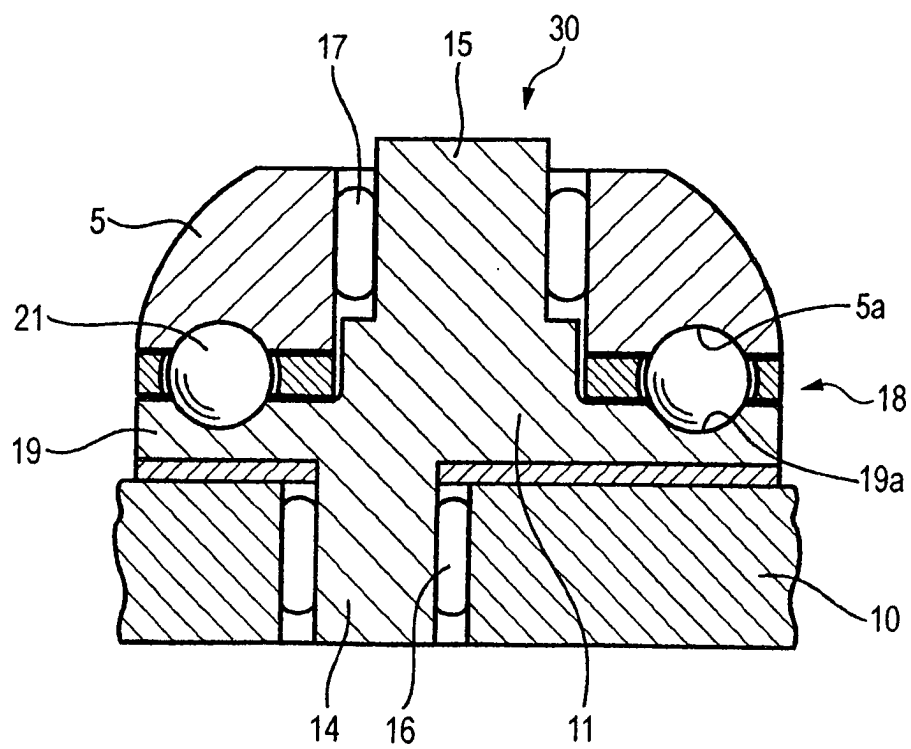
Stand der Technik

*FIG. 5*



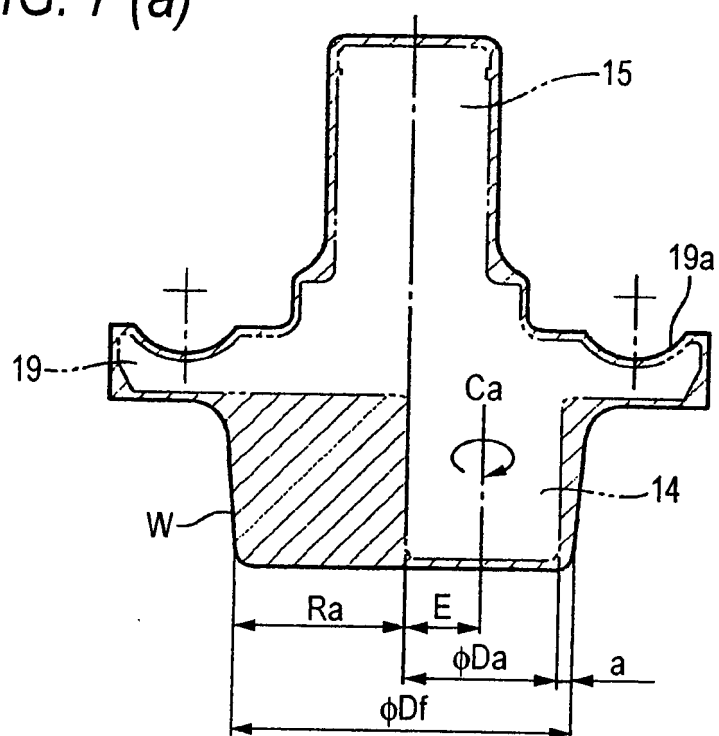
Stand der Technik

FIG. 6



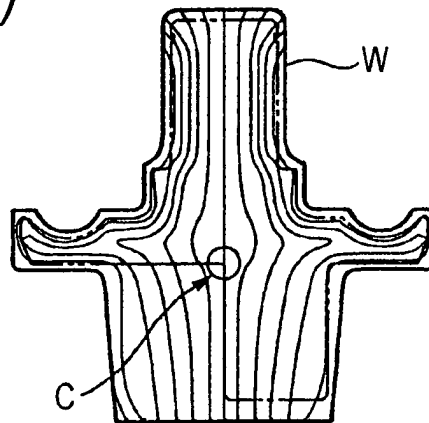
Stand der Technik

FIG. 7 (a)



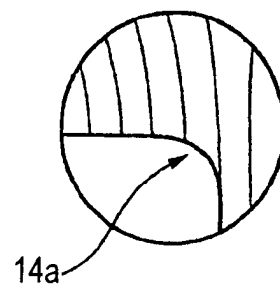
Stand der Technik

*FIG. 7 (b)*



Stand der Technik

*FIG. 7 (c)*



Stand der Technik