



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **100 31 878.9**  
(22) Anmeldetag: **30.06.2000**  
(43) Offenlegungstag: **15.03.2001**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **22.03.2012**

(51) Int Cl.: **F16D 25/0638 (2006.01)**  
**B21D 22/16 (2006.01)**  
**B21H 1/00 (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. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**185310/99**                      **30.06.1999**    **JP**  
**174315/00**                      **09.06.2000**    **JP**

(73) Patentinhaber:  
**Aisin AW Co., Ltd., Anjo-shi, Aichi-ken, JP**

(74) Vertreter:  
**Vossius & Partner, 81675, München, DE**

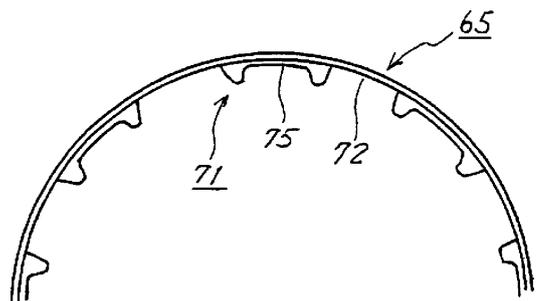
(72) Erfinder:  
**Gotou, Masahiro, Anjo, Aichi, JP; Fukukawa, Osamu, Anjo, Aichi, JP; Saitou, Masaki, Anjo, Aichi, JP; Nagai, Hideyuki, Anjo, Aichi, JP; Katou, Hiroshi, Anjo, Aichi, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

<b>DE</b>	<b>197 01 565</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>197 11 697</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>197 22 359</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>198 23 460</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Element mit Innenverzahnung und Vorrichtung zum Formen eines Elements mit Innenverzahnung**

(57) Hauptanspruch: Element mit Innenverzahnung, welches eine Trommel (51) einer Kupplung (31) für ein Automatikgetriebe bildet; wobei die Trommel (51) aus einem rohrförmigen Schaftabschnitt (52) und einem ringförmigen Bodenabschnitt (53) besteht und der Schaftabschnitt (52) aus einem ersten Zylinderabschnitt (52a) und einem zweiten Zylinderabschnitt (52b) besteht, wobei der zweite Zylinderabschnitt (52b) zu einer Öffnung der Trommel (51) hin vergrößert ist und einen größeren Durchmesser aufweist als der erste Zylinderabschnitt (52a), wobei:  
eine erste und eine zweite Innenverzahnung (73, 71) so ausgebildet sind, daß die erste Innenverzahnung (73) von der Innenumfangsfläche des ersten und die zweite Innenverzahnung (71) von der Innenumfangsfläche des zweiten Zylinderabschnitts (52b) radial nach innen hervorsteht;  
die erste Innenverzahnung (73) Keilzähne für einen Keilverzahnungseingriff (63) der Trommel (51) mit einer Kupplungsplatte (55) bildet; und  
die zweite Innenverzahnung (71) einen Zahneingriffabschnitt (65) zum Verbinden der Trommel (51) mit einer anderen Komponente des Automatikgetriebes bildet und eine axial...



## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft ein Element mit Innenverzahnung und eine Vorrichtung zum Formen eines Elements mit Innenverzahnung.

**[0002]** In einem Automatikgetriebe wird im allgemeinen eine Planetengetriebeeinheit verwendet, die aus einem Sonnenrad, einem Ritzel, einem Hohl- oder Tellerrad und einem Träger besteht. Getriebeelemente, z. B. das Sonnenrad, das Hohlrad und der Träger, werden durch Reibungseingriffselemente, z. B. Kupplungen und Bremsen, selektiv betätigt, um einen Gangschaltvorgang zu ermöglichen.

**[0003]** Ein erstes und ein zweites Rotationselement im Automatikgetriebe werden z. B. durch Ein- und Ausrücken einer Kupplung selektiv verbunden. Zu diesem Zweck weist die Kupplung eine Trommel, eine Kupplungsnahe, mehrere Kupplungsplatten, mehrere Kupplungsscheiben und eine Hydraulik-Servoeinrichtung auf. Die Trommel ist als Element mit Innenverzahnung ausgebildet, das mit dem ersten Rotationselement verbunden und drehbar angeordnet ist. Die Kupplungsnahe ist bezüglich der Trommel drehbar angeordnet. Die Kupplungsplatten sind an ihrem Außenumfangsrand mit der Trommel keilverzahnt. Die Kupplungsscheiben sind an ihren Innenumfangsrändern mit der Kupplungsnahe keilverzahnt. Die Hydraulik-Servoeinrichtung rückt die Kupplung ein und aus, indem die Kupplungsplatten und die Kupplungsscheiben selektiv durch Druckkontakt miteinander in Eingriff gebracht werden.

**[0004]** Die Trommel und das erste Rotationselement sind durch Zahneingriff miteinander verbunden. Zu diesem Zweck wird durch ein Formverfahren, z. B. ein Riffelungsformverfahren (Kurven- oder Profilformverfahren) ein Zahneingriffabschnitt an einem Ende der Trommel ausgebildet.

**[0005]** [Fig. 2](#) zeigt eine Längsschnittansicht des wesentlichen Teils einer Trommel mit einem durch ein herkömmliches Riffelungsformverfahren hergestellten Zahneingriffabschnitt. [Fig. 3](#) zeigt eine vergrößerte Ansicht des durch ein herkömmliches Riffelungsformverfahren hergestellten Zahneingriffabschnitts.

**[0006]** In den Zeichnungen bezeichnet Bezugszeichen **11** eine Trommel. Die Trommel **11** besteht aus einem rohrförmigen Schaftabschnitt **12** und einem ringförmigen Scheibenabschnitt **13**. Keilzähne **14** sind an einer vorgegebenen Position auf einem Innenumfang des Schaftabschnitts **12**, z. B. durch Schneiden, ausgebildet. Ein Zahneingriffabschnitt **15** wird durch ein Riffelungsformverfahren an einem Endabschnitt des Schaftabschnitts **12** ausgebildet. Der Zahneingriffabschnitt **15** besteht aus unbearbeiteten Abschnitten P1 und bearbeiteten Abschnitten P2. Die unbearbeiteten Abschnitte P1 und die bear-

beiteten Abschnitte P2 sind in Umfangsrichtung und mit gleicher Teilung alternierend angeordnet. Die bearbeiteten Abschnitte P2, die die gleiche Dicke beibehalten wie die unbearbeiteten Abschnitte P1, werden radial nach außen gepreßt.

**[0007]** Im herkömmlichen Verfahren zum Formen der Trommel **11** werden die bearbeiteten Abschnitte P2 während der Herstellung des Zahneingriffabschnitts jedoch radial nach außen gepreßt, während sie die gleiche Dicke beibehalten wie die unbearbeiteten Abschnitte P2. Dies führt zu einer entsprechenden Zunahme des Durchmessers der Trommel **11**, so daß die Trommel **11** größer wird. Außerdem werden, wenn die bearbeiteten Abschnitte P2 gepreßt werden, Stufenabschnitte R1, R2 zwischen den unbearbeiteten Abschnitten P1 und den bearbeiteten Abschnitten P2 dünner. Dadurch bilden sich in den Stufenabschnitten R1, R2 Risse, und die Lebensdauer der Trommel **11** nimmt ab. Außerdem kann in einem Eckabschnitt Q der Innenumfangsfläche des Zahneingriffabschnitts **15** eine Materialabsenkung auftreten. Dadurch nimmt die Qualität der Trommel **11** ab.

**[0008]** Weil außerdem ein Schritt zum Formen der Keilzähne **14** und ein Schritt zum Pressen der bearbeiteten Abschnitte P2 erforderlich sind, nehmen die Arbeitsstunden zu, und die Produktivität der Trommel **11** nimmt ab. Die Lage- oder Positionsgenauigkeit zwischen den Keilzähnen **14** und dem Zahneingriffabschnitt **15** nimmt ab. Dadurch nimmt die Qualität der Trommel **11** ab.

**[0009]** Daher wird in Betracht gezogen, den Zahneingriffabschnitt durch Schlitzextraktion herzustellen. [Fig. 4](#) zeigt eine Längsschnittansicht des wesentlichen Teils einer Trommel mit einem durch ein herkömmliches Schlitzextraktionsverfahren hergestellten Zahneingriffabschnitt.

**[0010]** In der Zeichnung bezeichnet Bezugszeichen **21** eine Trommel. Die Trommel **21** besteht aus einem rohrförmigen Schaftabschnitt **22** und einem ringförmigen Scheibenabschnitt **23**. Keilzähne **24** sind an einer vorgegebenen Position auf einem Innenumfang des Schaftabschnitts **22** z. B. durch Schneiden ausgebildet. Ein Zahneingriffabschnitt **25** ist an einem Ende des Schaftabschnitts **22** durch Schlitzextraktion ausgebildet. Der Zahneingriffabschnitt **25** besteht aus unbearbeiteten Abschnitten P3 und bearbeiteten Abschnitten P4. Die unbearbeiteten Abschnitte P3 und die bearbeiteten Abschnitte P4 sind in Umfangsrichtung und mit gleicher Teilung alternierend angeordnet. Die bearbeiteten Abschnitte P4 werden so gestanzt, daß Schlitze entstehen.

**[0011]** Auf den Schaftabschnitt **22** wird jedoch eine Zentrifugalkraft ausgeübt, wenn die Trommel **21** sich dreht. Dadurch können, wenn die Drehgeschwindigkeit der Trommel **21** in einem bestimmten Betriebs-

zustand des Automatikgetriebes hoch wird, die un bearbeiteten Abschnitte P3 sich verformen, wie in der Zeichnung dargestellt. Dadurch kann die Lebensdauer der Trommel **21** abnehmen.

**[0012]** Außerdem nehmen, weil ein Schritt zum Ausbilden der Keilzähne **24** und ein Schritt zum Stanzen der bearbeiteten Abschnitte P4 erforderlich sind, die Arbeitsstunden zu, und die Produktivität der Trommel **21** nimmt ab. Außerdem nimmt die Lage- oder Positionsgenauigkeit zwischen den Keilzähnen **24** und dem Zahneingriffabschnitt **25** ab. Dadurch nimmt die Qualität der Trommel **21** ab.

**[0013]** Die DE 197 01 565 A1 beschreibt ein Verfahren zum Herstellen eines Getriebeteils mit einem Bodenbereich und einem Umfangsbereich, welcher zwei Abschnitte aufweist, die sich von beiden Seiten des Bodenbereiches erstrecken. Alternativ ist der Boden über einem Steg mit dem durchmesser kleineren Ringbereich verbunden, der später einen Abschnitt mit Außenprofilierung bildet. Einer der Abschnitte mit größerem Durchmesser wird mittels einer Drückwalzrolle gegen die profilierte Außenkontur der zugeordneten Werkzeughälfte gedrückt und mit einem Innenprofil versehen. Der andere Abschnitt mit kleinerem Durchmesser wird gleichzeitig mittels einer Zahnrolle gegen die andere Werkzeughälfte der Drückwalzmaschine gedrückt, wobei eine Außenprofilierung ausgebildet wird. Das Getriebeteil weist keine axial ausgebildete Nut an seinem mit Innenprofil ausgebildeten Abschnitt auf, so dass das gesamte Bauteil in Umfangsrichtung geschlossen ist.

**[0014]** Der Abschnitt mit größerem Durchmesser wird dabei mit einem Innenprofil versehen.

**[0015]** Die DE 197 11 697 A1 beschreibt eine Umformmaschine mit einem Maschinenrahmen, an welchem in Richtung einer Maschinenachse ein Hauptspindelstock und ein Reitstock zur Aufnahme eines Werkstücks angeordnet sind. Ferner ist mindestens ein Quersupport vorhanden, auf welchem mindestens eine tangential zu einem Drückfutter angeordnete Formleiste sowie mindestens eine Druckwalze angeordnet sind, die jeweils unabhängig voneinander quer zur Maschinenachse verfahrbar sind. Die Formleiste weist eine Negativform eines am Außenumfang des Werkstücks anzubringenden Profils auf. Bei einem Drückvorgang können zwei Innenverzahnungen im topfförmigen Werkstück erzeugt werden.

**[0016]** Die DE 197 22 359 A1 beschreibt eine Drückwalzvorrichtung und ein Verfahren zur Herstellung von Hohlrädern mit zwei Innenverzahnungen. Das Werkstück wird von einem Haltemittel während des Formens der ersten Innenverzahnung gehalten. Während des Formens der zweiten Innenverzahnung wird das Werkstück von der ersten Verzahnung auf dem ersten Formwerkzeug gehalten. Nach Fertig-

stellung des Hohlrades wird die Drehkopplung zwischen den beiden Farmwerkzeugen gelöst. Mit diesem Verfahren können Hohlräder mit zwei axial hintereinander angeordneten Innenverzahnungen, von denen mindestens eine eine Schrägverzahnung ist, hergestellt werden, wobei die beiden Innenverzahnungen einen unterschiedlichen Durchmesser aufweisen können.

**[0017]** Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die vorstehend erwähnten Probleme der herkömmlichen Trommel zu lösen und ein Element mit Innenverzahnung sowie ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Formen des Elements mit Innenverzahnung bereitzustellen, wobei die Größe des Elements mit Innenverzahnung reduziert werden kann und die Qualität, die Lebensdauer und die Produktivität des Elements mit Innenverzahnung erhöht werden können. Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der Patentansprüche gelöst.

**[0018]** Nach dem Grundgedanken der Erfindung kann der Zahneingriffabschnitt hergestellt werden, indem die zweite Innenso ausgebildet wird, daß sie von der Innenverzahnung fläche des zweiten Zylinderabschnitts hervorsteht, so daß der Durchmesser des Elements mit Innenverzahnung nicht zunimmt und die Größe dieses Elements reduziert werden kann.

**[0019]** Außerdem wird der Raum zwischen der zweiten Innenverzahnung und dem konkaven Abschnitt während der Herstellung der zweiten Innenverzahnung nicht dünn. Dadurch kann Rißbildung verhindert und die Lebensdauer des Elements mit Innenverzahnung erhöht werden. Außerdem kann, weil in der Innenfläche des Zahneingriffabschnitts keine Materialabsenkung auftritt, die Qualität des Elements mit Innenverzahnung verbessert werden.

**[0020]** Außerdem ist die zweite Innenverzahnung mit dem konkaven Abschnitt einstückig verbunden. Dadurch werden, auch wenn während der Drehbewegung des Elements mit Innenverzahnung eine Zentrifugalkraft auf das Element ausgeübt wird, die zweite Innenverzahnung, der konkave Abschnitt und ähnliche Abschnitte nicht verformt. Dadurch kann die Lebensdauer des Elements mit Innenverzahnung erhöht werden.

**[0021]** Erfindungsgemäß wird die Nut in der Innenumfangsfläche der zweiten Innenverzahnung so ausgebildet, daß sie sich in axialer Richtung erstreckt. Dadurch kann im Inneren des Elements mit Innenverzahnung zirkulierendes Schmieröl leicht aus der Nut herausgezogen werden. Außerdem führt die Ausbildung der Nut zu einer entsprechenden Reduzierung des Gewichts des Elements mit Innenverzahnung.

**[0022]** Mit der Erfindung kann verhindert werden, daß während der Herstellung der Keilverzahnung der

Zahneingriffabschnitt durch plastisches Fließen des Materials beeinflusst wird. Dadurch kann der Zahneingriffabschnitt leicht hergestellt werden.

**[0023]** Weil der erste Zahneingriffabschnitt hergestellt werden kann, indem die konvexen Abschnitte so ausgebildet werden, daß sie von der Innenumfangsfläche des zweiten Zylinderabschnitts hervorstehen, nimmt der Trommeldurchmesser nicht zu. Außerdem können, weil der Zahneingriffabschnitt nicht durch ein Riffelungsformverfahren hergestellt werden muß, die bearbeiteten Abschnitte nicht radial nach außen gepreßt werden. Dadurch kann die Trommelgröße reduziert werden. Dadurch kann verhindert werden, daß andere Komponenten im Automatikgetriebe durch die Trommel beeinträchtigt oder gestört werden.

**[0024]** Außerdem kann, weil die Trommel rohrförmig ist, die Außenumfangsfläche der Trommel als Eingriffsfläche der Bandbremsen verwendet werden.

**[0025]** Weil die erste und die zweite Innenverzahnung durch einen einzigen Profilwalzprozeß gebildet werden können, werden die Arbeitsstunden reduziert. Dadurch kann die Produktivität des Elements mit Innenverzahnung erhöht werden. Weil verhindert werden kann, daß die Lage- oder Positionsgenauigkeit zwischen der ersten und der zweiten Innenverzahnung abnimmt, kann außerdem die Qualität des Elements mit Innenverzahnung erhöht werden.

**[0026]** Die Drückeinrichtungen sind an verschiedenen Positionen in der axialen und in der radialen Richtung des Dorns angeordnet. Daher wird das Material durch die Drückeinrichtungen sequentiell gegen den Dorn gedrückt und im Verlauf des Profilwalzprozesses dünner. Auf diese Weise wird das Material allmählich dünner gemacht. Dadurch kann, auch wenn das Material dick ist, durch Profilwalzen ein ausreichend dünnes Element mit Innenverzahnung hergestellt werden, ohne daß seine Qualität beeinträchtigt wird.

**[0027]** Weil die erste und die zweite Innenverzahnung durch einen einzigen Profilwalzprozeß so hergestellt werden können, daß sie dem ersten bzw. dem zweiten Zahnungsformabschnitt entsprechen, werden die Arbeitsstunden reduziert. Dadurch kann die Produktivität des Elements mit Innenverzahnung erhöht werden. Außerdem kann, weil verhindert werden kann, daß die Lage- oder Positionsgenauigkeit zwischen der ersten und der zweiten Zahnung abnimmt, die Qualität des Elements mit Innenverzahnung erhöht werden.

**[0028]** Weil die Drückeinrichtungen an verschiedenen Positionen in der axialen und in der radialen Richtung des Dorns angeordnet sind, wird das Material sequentiell gegen den Dorn gepreßt und im Verlauf des Profilwalzprozesses dünner. Auf diese Wei-

se wird das Material allmählich dünner gemacht. Dadurch kann, auch wenn das Material dick ist, durch Profilwalzen ein ausreichend dünnes Element mit Innenverzahnung hergestellt werden, ohne daß seine Qualität beeinträchtigt wird.

**[0029]** Weil die Verstellbewegungsverarbeitungseinrichtung die Drückeinrichtungen radial verstellt, kann die Bearbeitungsgenauigkeit der ersten und der zweiten Zahnung erhöht werden.

**[0030]** Wenn das Material sich durch den konvexen Abschnitt absenkt, wird der Außenumfangsrand des Materials durch den konvexen Abschnitt gekrümmt und relativ nahe an der Außenumfangsfläche des Dorns angeordnet. Dadurch kann eine Zugbelastung bei der Herstellung eines Grenzabschnitts zwischen dem Schaftabschnitt und dem Bodenabschnitt reduziert werden. Dadurch kann erreicht werden, daß der Grenzabschnitt zwischen dem Schaftabschnitt und dem Bodenabschnitt eine ausreichende Dicke aufweist.

**[0031]** Weil das Material durch den steilen Neigungsabschnitt ausreichend gegen die Wurzel oder den Ansatz der Stufe gepreßt werden kann, kann die Bearbeitungsgenauigkeit der ersten und der zweiten Zahnung erhöht werden.

**[0032]** Die vorstehenden und andere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der nachstehenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform unter Bezug auf die beigegeführten Zeichnungen verdeutlicht; es zeigen:

**[0033]** [Fig. 1](#) eine Querschnittansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen ersten Zahneingriffabschnitts;

**[0034]** [Fig. 2](#) eine Längsschnittansicht des wesentlichen Teils einer Trommel mit einem durch ein herkömmliches Riffelungsformverfahren hergestellten Zahneingriffabschnitt;

**[0035]** [Fig. 3](#) eine vergrößerte Ansicht des durch ein Riffelungsformverfahren hergestellten Zahneingriffabschnitts;

**[0036]** [Fig. 4](#) eine Längsschnittansicht des wesentlichen Teils einer Trommel mit einem durch Schlitzextraktion hergestellten Zahneingriffabschnitt;

**[0037]** [Fig. 5](#) eine Querschnittansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen wesentlichen Teils eines Automatikgetriebes;

**[0038]** [Fig. 6](#) eine Längsschnittansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Trommel;

[0039] **Fig. 7** eine perspektivische Ansicht zum Darstellen eines ersten Zustands einer Formvorrichtung für die Ausführungsform der erfindungsgemäßen Trommel;

[0040] **Fig. 8** eine perspektivische Darstellung zum Darstellen eines zweiten Zustands der Formvorrichtung für die Ausführungsform der erfindungsgemäße Trommel;

[0041] **Fig. 9** eine Querschnittansicht des wesentlichen Teils eines erfindungsgemäß verwendeten Dorns;

[0042] **Fig. 10** eine erste Zeichnung zum Darstellen einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen der Trommel;

[0043] **Fig. 11** eine zweite Zeichnung zum Darstellen einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Herstellen der Trommel;

[0044] **Fig. 12** eine erste Zeichnung zum Erläutern radialer und axialer Positionen von erfindungsgemäß verwendeten ersten bis dritten Profilwalzen;

[0045] **Fig. 13** eine zweite Zeichnung zum Erläutern radialer und axialer Positionen der erfindungsgemäß verwendeten ersten bis dritten Profilwalzen;

[0046] **Fig. 14** eine dritte Zeichnung zum Erläutern radialer und axialer Positionen der erfindungsgemäß verwendeten ersten bis dritten Profilwalzen;

[0047] **Fig. 15** eine vierte Zeichnung zum Erläutern radialer und axialer Positionen der erfindungsgemäß verwendeten ersten bis dritten Profilwalzen;

[0048] **Fig. 16** eine fünfte Zeichnung zum Erläutern radialer und axialer Positionen der erfindungsgemäß verwendeten ersten bis dritten Profilwalzen;

[0049] **Fig. 17** eine Zeichnung zum Darstellen einer Profil- oder Formfläche der erfindungsgemäß verwendeten ersten Profilwalze;

[0050] **Fig. 18** eine Zeichnung zum Darstellen einer Profil- oder Formfläche der erfindungsgemäß verwendeten zweiten Profilwalze; und

[0051] **Fig. 19** eine Zeichnung zum Darstellen einer Profil- oder Formfläche der erfindungsgemäß verwendeten dritten Profilwalze.

[0052] Nachstehend wird eine Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezug auf die Zeichnungen ausführlich beschrieben.

[0053] **Fig. 5** zeigt eine Querschnittansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen wesentlichen Teils eines Automatikgetriebes.

[0054] In **Fig. 5** bezeichnen Bezugszeichen **31**, **32** eine erste bzw. eine zweite Kupplung, die als Reibungseingriffselemente bezeichnet werden, **33** einen rohrförmigen Kupplungskörper, der als drehbar angeordnetes, erstes Rotationselement konstruiert ist, und **34** eine drehbar angeordnete Buchse.

[0055] Die erste Kupplung **31** ist mit dem Kupplungskörper **33** verbunden. Die erste Kupplung **31** ist außerdem mit einer als drehbar angeordnetes Element mit Innenverzahnung ausgebildeten Trommel **51** und mit einem (nicht dargestellten) zweiten Rotationselement verbunden. Die erste Kupplung **31** weist außerdem eine Kupplungsnahe **54** auf, die bezüglich der Trommel **51** drehbar angeordnet ist, mehrere Kupplungsplatten **55**, deren Außenumfangsränder mit der Trommel **51** keilverzahnt sind, mehrere Kupplungsscheiben **56**, deren Innenumfangsränder mit der Kupplungsnahe **54** keilverzahnt sind, und eine Hydraulik-Servoeinrichtung **58**, die die erste Kupplung **31** ein- und ausrückt, indem die Kupplungsplatten **55** und die Kupplungsscheiben **56** selektiv in Druckkontakt gebracht werden.

[0056] Die Trommel **51** besteht aus einem rohrförmigen Schaftabschnitt **52** und einem ringförmigen Bodenabschnitt **53**. Der Schaftabschnitt **52** weist einen ersten Zylinderabschnitt **52a** und einen zweiten Zylinderabschnitt **52b** auf. Der erste Zylinderabschnitt **52a** hat einen vorgegebenen Durchmesser, und der zweite Zylinderabschnitt **52b** ist zu einer Öffnung der Trommel **51** hin vergrößert und hat einen größeren Durchmesser als der erste Zylinderabschnitt **52a**. Durch Profilwalzen wird eine Keilverzahnung **63** auf einer Innenumfangsfläche des ersten Zylinderabschnitts **52a** ausgebildet, und ein erster Zahneingriffabschnitt **65** wird auf einer Innenumfangsfläche des zweiten Zylinderabschnitts **52b** ausgebildet. Die Keilverzahnung **63** besteht aus Keilzähnen **73** und Keilnuten **74**. Die Keilzähne **73** und die Keilnuten **74** sind in Umfangsrichtung alternierend angeordnet. Die Keilzähne **73** sind als erste Innenverzahnung so konstruiert, daß sie mit gleicher Teilung radial nach innen hervorstehen. Die Keilnuten **74** sind zwischen den Keilzähnen **73** ausgebildet. Der erste Zahneingriffabschnitt **65** besteht aus konvexen Abschnitten **71** und konkaven Abschnitten **72**. Die konvexen Abschnitte **71** und die konkaven Abschnitte **72** sind in Umfangsrichtung alternierend angeordnet. Die konvexen Abschnitte **71** sind als zweite Innenverzahnung so konstruiert, daß sie mit gleicher Teilung radial nach innen hervorstehen. Die konkaven Abschnitte **72** sind zwischen den konvexen Abschnitten **71** ausgebildet. Die Keilzähne **73**, die Keilnuten **74**, die konvexen Abschnitte **71** und die konkaven Abschnitte **72** erstrecken sich alle in die axiale Richtung.

**[0057]** Eine Bandbremse **61** ist auf einem Außenumfang der Trommel **51** angeordnet. Eine Eingriffsfläche der Bandbremse **61** ist auf einer Außenumfangsfläche der Trommel **51** ausgebildet. Daher kann die Trommel **51** durch Ein- und Ausrücken der Bandbremse **61** selektiv gestoppt werden. Die Hydraulik-Servoeinrichtung **58** besteht aus einem im Bodenabschnitt **53** verschiebbar angeordneten Kolben **59**, einer Feder **60**, die den Kolben **59** zum Bodenabschnitt **53** hin zwingt, und ähnlichen Elementen.

**[0058]** Die zweite Kupplung **32b** ist mit einer Trommel **41** und mit dem zweiten Rotationselement verbunden. Die zweite Kupplung **32** weist ein bezüglich der Trommel **41** drehbar angeordnetes Kupplungsgehäuse **42**, mehrere Kupplungsplatten **43**, deren Außenumfangsränder mit der Trommel **41** keilverzahnt sind, mehrere Kupplungsscheiben **44**, deren Innenumfangsränder mit der Kupplungsnahe **42** keilverzahnt sind, und eine Hydraulik-Servoeinrichtung (nicht dargestellt) auf, die die zweite Kupplung **32** ein- und ausrückt, indem die Kupplungsplatten **43** und die Kupplungsscheiben **44** selektiv in Druckkontakt gebracht werden.

**[0059]** Die Trommel **51** und der Kupplungskörper **33** sind durch Zahneingriff miteinander gekoppelt. Zu diesem Zweck ist an einem Ende des Kupplungskörpers **33** durch ein Formverfahren, z. B. Kaltverformung, Preßformen und Profilwalzen, ein zweiter Zahneingriffabschnitt **45** ausgebildet. Der zweite Zahneingriffabschnitt **45** besteht aus unbearbeiteten Abschnitten P11 und bearbeiteten Abschnitten P12. Die unbearbeiteten Abschnitte P11 und die bearbeiteten Abschnitte P12 sind in der Umfangsrichtung mit gleicher Teilung alternierend angeordnet. Die bearbeiteten Abschnitte P12, die die gleiche Dicke beibehalten wie die unbearbeiteten Abschnitte P11, werden radial nach außen gepreßt. Die konvexen Abschnitte **71** stehen mit den unbearbeiteten Abschnitten P11 in Eingriff, und die konkaven Abschnitte **72** stehen mit den bearbeiteten Abschnitten P12 in Eingriff.

**[0060]** Nachstehend wird die Trommel **51** beschrieben.

**[0061]** [Fig. 1](#) zeigt eine Querschnittansicht einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen ersten Zahneingriffabschnitts. [Fig. 6](#) zeigt eine Längsschnittansicht einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Trommel.

**[0062]** In [Fig. 6](#) bezeichnen Bezugszeichen **51** eine Trommel, **52** einen Schaftabschnitt und **53** einen Bodenabschnitt. Der Schaftabschnitt **52** besteht aus einem ersten und einem zweiten Zylinderabschnitt **52a**, **52b**. Durch Profilwalzen wird die Keilverzahnung **63** auf der Innenumfangsfläche des ersten Zylinderabschnitts **52a** ausgebildet, und der erste Zahneingriff-

fabschnitt **65** wird auf der Innenumfangsfläche des zweiten Zylinderabschnitts **52b** ausgebildet.

**[0063]** Weil der erste Zahneingriffabschnitt **65** auf der Innenumfangsfläche des zweiten Zylinderabschnitts **52b** ausgebildet wird, ist das gesamte Bauteil in Umfangsrichtung geschlossen. Dadurch wird es schwierig, im Inneren der Trommel **51** zirkulierendes Schmieröl herauszuziehen. Daher ist in der Innenumfangsfläche des konvexen Abschnitts **71** eine sich in axialer Richtung erstreckende Nut **75** ausgebildet. Dadurch wird im Inneren der Trommel **51** zirkulierendes Schmieröl leicht durch die Nut **75** herausgezogen. Außerdem wird durch Ausbilden der Nut **75** das Gewicht der Trommel **51** reduziert. In [Fig. 6](#) bezeichnen Bezugszeichen **72** einen konkaven Abschnitt, **73** einen Keilzahn, **74** eine Keilnut und **92** einen später beschriebenen flachen Abschnitt.

**[0064]** Nachstehend wird ein Verfahren zum Herstellen der Trommel **51** mit der vorstehend erwähnten Struktur beschrieben.

**[0065]** [Fig. 7](#) zeigt eine perspektivische Ansicht zum Darstellen eines ersten Zustands einer Formvorrichtung für die Ausführungsform der erfindungsgemäßen Trommel. [Fig. 8](#) zeigt eine perspektivische Ansicht zum Darstellen eines zweiten Zustands einer Formvorrichtung für die Ausführungsform der erfindungsgemäßen Trommel. [Fig. 9](#) zeigt eine Querschnittansicht eines wesentlichen Teils eines Dorns der Formvorrichtung für die Ausführungsform der erfindungsgemäßen Trommel. [Fig. 10](#) zeigt eine erste Zeichnung zum Darstellen einer Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Verfahrens zum Formen der Trommel. [Fig. 11](#) zeigt eine zweite Zeichnung zum Darstellen der Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens zum Formen der Trommel.

**[0066]** In den Zeichnungen bezeichnet Bezugszeichen **81** einen drehbar gehaltenen zylinderförmigen Dorn. Auf einer Außenumfangsfläche des Dorns **81** ist ein erster Zahnungsformabschnitt **82** so ausgebildet, daß er den Keilzähnen **73** und den Keilnuten **74** der Keilverzahnung **63** ([Fig. 6](#)) entspricht, und ein zweiter Zahnungsformabschnitt **83** ist so ausgebildet, daß er dem konvexen Abschnitt **71** und dem konkaven Abschnitt **72** des ersten Zahneingriffabschnitts **65** entspricht. Im ersten und im zweiten Zahnungsformabschnitt **82**, **83** sind erste und zweite Nuten (nicht dargestellt) bzw. eine erste und eine zweite Innenverzahnung (nicht dargestellt) ausgebildet. Die ersten und zweiten Nuten und die erste und zweite Innenverzahnung sind jeweils in Umfangsrichtung mit gleicher Teilung alternierend angeordnet. Ein sich in die axiale Richtung erstreckender konvexer Abschnitt ist im zweiten Zahnungsformabschnitt **83** auf der zweiten Nut ausgebildet.

**[0067]** Außerdem ist ein als Sandwich-Element konstruierter Reitstock **85** dem Dorn **81** zugewandt drehbar angeordnet. Ein Material **86** ist zwischen dem Dorn **81** und dem Reitstock **85** angeordnet. Das Material **86** ist am vorderen Ende (am rechten Ende in den [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#)) des Dorns **81** befestigt. Mehrere Profilwalzen sind um den Dorn **81** und den Reitstock **85** drehbar und radial beweglich angeordnet. Bei dieser Ausführungsform sind drei Profilwalzen, d. h. erste bis dritte Profilwalzen **87** bis **89**, um den Dorn **81** und den Reitstock **85** drehbar und radial beweglich angeordnet. Eine erste Antriebseinrichtung (nicht dargestellt) ist so angeordnet, daß sie den Dorn **81** und den Reitstock **85** axial verstellt. Eine zweite Antriebseinrichtung (nicht dargestellt) ist so angeordnet, daß sie die ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89** in der radialen Richtung des Dorns **81** verstellt. Eine dritte Antriebseinrichtung (nicht dargestellt) ist so angeordnet, daß sie die ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89** dreht.

**[0068]** In der Formvorrichtung mit der vorstehend erwähnten Konstruktion verstellt eine Verstellbewegungsverarbeitungseinrichtung einer Steuereinrichtung (nicht dargestellt) die ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89** zur Mitte des Dorns **81** hin in Richtung eines Pfeils A, wie in [Fig. 7](#) dargestellt, und verstellt dann den Dorn **81** und den Reitstock **85** in Richtung eines Pfeils C, während sie in Richtung eines Pfeils B gedreht werden, und dreht die ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89** in Richtung eines Pfeils D, während sie gegen das Material **86** gedrückt werden. Die ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89** bilden ein Drückelement und eine Drückeinrichtung.

**[0069]** Dadurch wird, wie in [Fig. 10](#) dargestellt, das Material **86** durch die ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89** gegen den Dorn **81** gedrückt und veranlaßt, daß das Material plastisch fließt und sich verformt. Auf der Innenumfangsfläche wird die Trommel **51** gebildet, die die Keilverzahnung **63** mit einer dem ersten Zahnungsformabschnitt **82** entsprechenden Form und den ersten Zahneingriffabschnitt **65** mit einer dem zweiten Zahnungsformabschnitt **83** entsprechenden Form aufweist. Zu diesem Zeitpunkt tritt ein Teil des Materials **86** in die erste Nut im ersten Zahnungsformabschnitt **82** ein und bildet die Keilzähne **73**. Gleichzeitig werden die der ersten Innenverzahnung entsprechenden Keilnuten **74** zwischen den Keilzähnen **74** ausgebildet. Außerdem tritt ein Teil des Materials **86** in die zweite Nut im zweiten Zahnungsformabschnitt **83** ein und bildet die konvexen Abschnitte **71**. Die der zweiten Innenverzahnung entsprechenden konkaven Abschnitte **72** werden zwischen den konvexen Abschnitten **71** ausgebildet. Die dem konvexen Abschnitt in der zweiten Nut entsprechenden Nuten **75** werden in den konvexen Abschnitten **71** ausgebildet.

**[0070]** In diesem Fall wird veranlaßt, daß ein Teil des Materials **86** in die ersten und zweiten Nuten im ersten und zweiten Zahnungsformabschnitt **82**, **83** eintritt, wodurch eine Profilwalzbearbeitung ausgeführt wird. Die ersten und zweiten Nuten haben eine Querschnittsform eines inversen Trapezoids, so daß das Material **86** leicht in die ersten und zweiten Nuten eintritt. D. h., die ersten und zweiten Nuten haben eine mit zunehmender Tiefe abnehmende Breite. Daher haben die Keilzähne **73** und die konvexen Abschnitte **71** eine Querschnittsform eines Trapezoids, dessen Breite mit abnehmendem Abstand von der Mitte der Trommel **51** abnimmt, und die Keilnuten **74** und die konkaven Abschnitte **72** haben eine Querschnittsform eines inversen Trapezoids, dessen Breite mit abnehmendem Abstand von der Mitte der Trommel **51** zunimmt. Wie vorstehend beschrieben, stehen die konvexen Abschnitte **71** mit den unbearbeiteten Abschnitten P11 in Eingriff, und die konkaven Abschnitte **72** stehen mit den bearbeiteten Abschnitten P12 in Eingriff. Vorzugsweise sind die unbearbeiteten Abschnitte P11 in einer den konvexen Abschnitten **71** entsprechenden Form ausgebildet, und die bearbeiteten Abschnitte P12 sind in einer den konkaven Abschnitten **72** entsprechenden Form ausgebildet.

**[0071]** Ein ringförmiger flacher Abschnitt **91** ist zwischen den ersten und zweiten Zahnungsformabschnitten in der axialen Richtung der Trommel **51** ausgebildet. In einem Abschnitt der Trommel **51**, wo der erste und der zweite Zylinderabschnitt **52a**, **52b** miteinander verbunden sind, ist der ringförmige flache Abschnitt **92** so ausgebildet, daß er dem flachen Abschnitt **91** entspricht. Dadurch kann verhindert werden, daß der erste Zahneingriffabschnitt **65**, während die Keilverzahnung **63** hergestellt wird, durch den plastischen Fluß des Materials **86** beeinflusst wird. Dadurch kann der erste Zahneingriffabschnitt **65** auf einfache Weise hergestellt werden.

**[0072]** Auf diese Weise werden die konvexen Abschnitte **71** so ausgebildet, daß sie von der Innenumfangsfläche des zweiten Zylinderabschnitts **52b** hervorragen, so daß der erste Zahneingriffabschnitt **65** gebildet werden kann. Dadurch nimmt der Durchmesser der Trommel **51** nicht zu. Außerdem können, weil der Zahneingriffabschnitt nicht durch ein Riffelungsverfahren hergestellt werden muß, die bearbeiteten Abschnitte nicht radial nach außen gepreßt werden. Dadurch kann die Größe der Trommel **51** reduziert werden. Somit kann verhindert werden, daß die Trommel **51** eine andere Komponente, z. B. ein Automatikgetriebegehäuse, beeinträchtigt oder stört.

**[0073]** Weil die Trommel **51** rohrförmig ausgebildet ist, kann die Außenumfangsfläche der Trommel **51** als Eingriffsfläche einer Bandbremse verwendet werden.

**[0074]** Außerdem kann, weil der Abstand zwischen den konvexen Abschnitten **71** und den konkaven Abschnitten **72** während der Herstellung der konvexen Abschnitte **71** nicht abnimmt, Rißbildung verhindert werden. Dadurch kann die Lebensdauer der Trommel **51** erhöht werden. Außerdem kann, weil in den Eckabschnitten der Innenumfangsfläche des ersten Zahneingriffabschnitts **65** keine Materialabsenkung auftritt, die Qualität der Trommel **51** verbessert werden.

**[0075]** Außerdem sind die konvexen Abschnitte **71** mit den konkaven Abschnitten **72** einstückig verbunden. Daher werden, auch wenn auf die Trommel **51** während ihrer Drehbewegung eine Zentrifugalkraft ausgeübt wird, die konvexen Abschnitte **71**, die konkaven Abschnitte **72** und ähnliche Abschnitte nicht verformt. Dadurch kann die Lebensdauer der Trommel **51** erhöht werden.

**[0076]** Weil die Keilverzahnung **63** und der erste Zahneingriffabschnitt **65** durch einen einzigen Profilwalzprozeß herstellbar sind, kann die Anzahl der Arbeitsschritte reduziert werden. Dadurch kann die Produktivität der Trommel **51** erhöht werden. Außerdem kann verhindert werden, daß die Lage- oder Positionsgenauigkeit zwischen der Keilverzahnung **63** und dem ersten Zahneingriffabschnitt **65** abnimmt. Dadurch kann die Qualität der Trommel **51** verbessert werden.

**[0077]** Die ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89** werden für den Endbearbeitungs-, Nachbearbeitungs- und Rohbearbeitungsvorgang des Profilwalzprozesses verwendet und bilden eine Endbearbeitungswalze, eine Nachbearbeitungswalze bzw. eine Vorbearbeitungswalze. Daher sind die Achsen und Arbeitsflächen der ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89** in der axialen und in der radialen Richtung des Dorns **81** an verschiedenen Positionen angeordnet.

**[0078]** D. h., in der axialen Richtung des Dorns **81** sind die ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89**, wie in **Fig. 11** dargestellt, in dieser Folge in der Walzbearbeitungsrichtung (in Richtung eines Pfeils in **Fig. 10**) angeordnet. In der radialen Richtung des Dorns **81** sind die ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89** in dieser Folge in zunehmendem Abstand von der Achse des Dorns **81** angeordnet.

**[0079]** Dadurch wird das Material **86** durch die dritte, die zweite und die erste Walze **89**, **88** und **87** sequentiell gegen den Dorn **81** gedrückt. Im Verlauf des Profilwalzprozesses nimmt die Dicke des Materials **86** ab. Auf diese Weise wird das Material **86** allmählich dünner gemacht. Dadurch kann, auch wenn das Material **86** dick ist, durch Profilwalzen eine ausreichend dünne Trommel **51** hergestellt werden, ohne daß ihre Qualität beeinträchtigt wird.

**[0080]** In diesem Fall werden die radialen und axialen Positionen der ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89** und die Kräfte zum Pressen des Materials **86** gegen die ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89** durch eine NC-Steuerung eingestellt und gesteuert, die durch die Verstellbewegungsverarbeitungseinrichtung ausgeführt wird. Daher kann die Bearbeitungsgenauigkeit der Keilzähne **73**, der Keilnuten und ähnlicher Elemente der Keilverzahnung **63** sowie die Bearbeitungsgenauigkeit des konvexen Abschnitts **71**, des konkaven Abschnitts **72**, der Nut **75** und ähnlicher Strukturen des ersten Zahneingriffabschnitts **65** erhöht werden.

**[0081]** Nachstehend wird ein Verfahren zum Ändern der radialen und axialen Positionen der ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89** beschrieben.

**[0082]** **Fig. 12** zeigt eine erste Zeichnung zum Erläutern der radialen und axialen Positionen der erfindungsgemäß verwendeten ersten bis dritten Profilwalzen. **Fig. 13** zeigt eine zweite Zeichnung zum Erläutern der radialen und axialen Positionen der erfindungsgemäß verwendeten ersten bis dritten Profilwalzen. **Fig. 14** zeigt eine dritte Zeichnung zum Erläutern der radialen und axialen Positionen der erfindungsgemäß verwendeten ersten bis dritten Profilwalzen. **Fig. 15** zeigt eine vierte Zeichnung zum Erläutern der radialen und axialen Positionen der erfindungsgemäß verwendeten ersten bis dritten Profilwalzen. **Fig. 16** zeigt eine fünfte Zeichnung zum Erläutern der radialen und axialen Positionen der erfindungsgemäß verwendeten ersten bis dritten Profilwalzen. **Fig. 17** zeigt eine Zeichnung zum Darstellen einer Profilfläche der erfindungsgemäß verwendeten ersten Profilwalze. **Fig. 18** zeigt eine Zeichnung zum Darstellen einer Profilfläche der erfindungsgemäß verwendeten zweiten Profilwalze. **Fig. 19** zeigt eine Zeichnung zum Darstellen einer Profilfläche der erfindungsgemäß verwendeten dritten Profilwalze. Zur vereinfachenden Beschreibung wird vorausgesetzt, daß die ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89** in der axialen Richtung des Dorns **81** an der gleichen Position angeordnet sind. Das Material **86** ist in den vorstehend erwähnten Zeichnungen nicht dargestellt.

**[0083]** In den Zeichnungen bezeichnet Bezugszeichen **81** einen Dorn, der in Richtung des Pfeils C verstellt wird. Die ersten und zweiten Zahnungsformabschnitte **82**, **83** und der flache Abschnitt **91** sind auf der Außenumfangsfläche des Dorns **81** ausgebildet. Der erste Zahnungsformabschnitt **82** hat einen kleineren Durchmesser als der zweite Zahnungsformabschnitt **83**. Der flache Abschnitt **91** bildet eine Stufe, die auf der Außenumfangsfläche des Dorns **81** abgeschrägt ausgebildet ist.

**[0084]** Außerdem bezeichnen Bezugszeichen **87** bis **89** erste bis dritte Profilwalzen. Profilflächen S1 bis S3 sind auf den Außenumfangsflächen der ersten bis

dritten Profilwalzen **87** bis **89** ausgebildet. Bezugszeichen **87a** bis **89a** bezeichnen in der Bearbeitungsrichtung des Profilwalzprozesses (in Richtung des Pfeils in [Fig. 10](#)) strömungsaufwärtsseitige Endflächen der ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89**. Bezugszeichen **87b** bis **89b** bezeichnen in der Bearbeitungsrichtung des Profilwalzprozesses strömungsabwärtsseitige Endflächen der ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89**.

**[0085]** Die Profilfläche S1 weist einen Abschnitt m1 mit maximalem Durchmesser, einen ersten schrägen Abschnitt n1, einen steilen schrägen Abschnitt r1 und einen zweiten schrägen Abschnitt p1 auf. Im Abschnitt m1 mit maximalem Durchmesser nimmt die erste Profilwalze **87** ihren maximalen Außendurchmesser an. Der erste schräge Abschnitt n1 ist so ausgebildet, daß er näher an der Endfläche **87a** angeordnet ist als der Abschnitt m1 mit maximalem Durchmesser und sein Außendurchmesser mit zunehmendem Abstand vom Abschnitt m1 mit maximalem Durchmesser abnimmt. Der steile schräge Abschnitt r1 ist so ausgebildet, daß er näher an der Endfläche **87b** angeordnet ist als der Abschnitt m1 mit maximalem Durchmesser und sein Außendurchmesser abrupt abnimmt. Der zweite schräge Abschnitt p1 ist so ausgebildet, daß er näher an der Endfläche **87b** angeordnet ist als der steile schräge Abschnitt r1 und sein Außendurchmesser mit zunehmendem Abstand vom steilen schrägen Abschnitt r1 abnimmt. Außerdem weist die Profilfläche **32** einen Abschnitt m2 mit maximalem Durchmesser, einen ersten schrägen Abschnitt n2 und einen zweiten schrägen Abschnitt p2 auf. Im Abschnitt m2 mit maximalem Durchmesser nimmt die zweite Profilwalze **88** ihren maximalen Außendurchmesser an. Der erste schräge Abschnitt n2 ist so ausgebildet, daß er näher an der Endfläche **88a** angeordnet ist als der Abschnitt m2 mit maximalem Durchmesser und sein Außendurchmesser mit zunehmendem Abstand vom Abschnitt m2 mit maximalem Durchmesser abnimmt. Der zweite schräge Abschnitt p2 ist so ausgebildet, daß er näher an der Endfläche **88b** angeordnet ist als der Abschnitt m2 mit maximalem Durchmesser und sein Außendurchmesser mit zunehmendem Abstand vom Abschnitt m2 mit maximalem Durchmesser abnimmt. Die Profilfläche S3 weist einen Abschnitt m3 mit maximalem Durchmesser, einen ersten schrägen Abschnitt n3, einen zweiten schrägen Abschnitt p3, einen Abschnitt t3 mit minimalem Durchmesser und einen konvexen Abschnitt q3 auf. Im Abschnitt m3 mit maximalem Durchmesser nimmt die dritte Profilwalze **89** ihren maximalen Außendurchmesser an. Der erste schräge Abschnitt n3 ist so ausgebildet, daß er näher an der Endfläche **89a** angeordnet ist als der Abschnitt m3 mit maximalem Durchmesser und sein Außendurchmesser mit zunehmendem Abstand vom Abschnitt m3 mit maximalem Durchmesser abnimmt. Der zweite schräge Abschnitt p3 ist so ausgebildet, daß er näher an der Endfläche **89b** angeordnet ist

als der Abschnitt m3 mit maximalem Durchmesser und sein Außendurchmesser mit zunehmendem Abstand vom Abschnitt m3 mit maximalem Durchmesser abnimmt. Im Abschnitt t3 mit minimalem Durchmesser nimmt die dritte Profilwalze **89** ihren minimalen Außendurchmesser an. Der konvexe Abschnitt q3 ist so ausgebildet, daß er näher an der Endfläche **89b** angeordnet ist als der Abschnitt t3 mit minimalem Durchmesser und sein Außendurchmesser mit zunehmendem Abstand vom Abschnitt t3 mit minimalem Durchmesser zunimmt.

**[0086]** Wenn das Material **86** gegen den Dorn **81** gepreßt wird, tragen die Abschnitte m1 bis m3 am meisten zur Verformung des Materials **86** bei. Die durch die ersten schrägen Abschnitte n1 bis n3 bezüglich der Außenumfangsfläche des Dorns **81** gebildeten Winkel, d. h. die Neigungswinkel der ersten schrägen Abschnitte n1 bis n3, sind durch  $\theta_1$  bis  $\theta_3$  definiert. Die durch die zweiten schrägen Abschnitte p1 bis p3 bezüglich der Außenumfangsfläche des Dorns **81** gebildeten Winkel sind durch  $\theta_{11}$  bis  $\theta_{13}$  definiert. Der durch den steilen schrägen Abschnitt r1 bezüglich der Außenumfangsfläche des Dorns **81** gebildete Winkel ist durch  $\theta_{21}$  definiert. In diesem Fall erfüllen die Neigungswinkel  $\theta_1$  bis  $\theta_3$ ,  $\theta_{11}$  bis  $\theta_{13}$  und  $\theta_{21}$  die folgende Beziehung.

$$\begin{aligned} \theta_{21} &> \theta_2 \\ &= \theta_{12} \\ &= \theta_{11} \\ &> \theta_{13} \\ &> \theta_3 \\ &> \theta_1 \end{aligned}$$

**[0087]** Wenn die Neigungswinkel  $\theta_{11}$  bis  $\theta_{13}$  zunehmen, tragen sie mehr zur Reduzierung der Dicke des Materials **86** bei.

**[0088]** Wenn die Verstellbewegungsverarbeitungseinrichtung den Dorn **81** in Richtung des Pfeils C verstellt, wird das Material **86** so verformt, daß der erste Zylinderabschnitt **52a**, der flache Abschnitt **92** und der zweite Zylinderabschnitt **52b** nacheinander gebildet werden. Der flache Abschnitt **92** bildet einen Stufenabschnitt.

**[0089]** D. h., in einem Zustand, in dem der Dorn **81** verstellt worden ist, wobei der erste Zahnungsformabschnitt **82** den ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89** zugewandt ist, und in dem der erste Zylinderabschnitt **52a** gebildet wird, verstellt die Verstellbewegungsverarbeitungseinrichtung, wenn der flache Abschnitt **91** sich den ersten bis dritten Profilwalzen **87** bis **89** nähert, wie in [Fig. 12](#) dargestellt, die dritte Profilwalze **89**, die zweite Profilwalze **88** und die erste Profilwalze **87** nacheinander radial nach außen, während der Dorn **81** in Richtung des Pfeils C verstellt wird. Dadurch wird der flache Abschnitt **92** so ausgebildet, daß er dem flachen Abschnitt **91** ent-

spricht. Anschließend wird, wie in **Fig. 16** dargestellt, der Dorn **81** verstellt, wobei der zweite Zahnungsformabschnitt **83** den ersten bis dritten Profilwalzen **87 bis 89** zugewandt ist, so daß der zweite Zylinderabschnitt **52b** gebildet wird.

**[0090]** In diesem Fall ist der Neigungswinkel des zweiten schrägen Abschnitts p3 in der dritten Profilwalze **89** relativ klein, und der konvexe Abschnitt q3 wird so ausgebildet, daß er näher an der Endfläche **89b** angeordnet ist als der Abschnitt t3 mit minimalem Durchmesser. Dadurch wird, wenn das Material **86** sich durch die dritte Profilwalze **89** absenkt, der Außenumfangsrand des Materials **86** durch den konvexen Abschnitt q3 gekrümmt und relativ nahe an der Außenumfangsfläche des Dorns **81** angeordnet. Dadurch kann eine beim Herstellen eines Grenzabschnitts zwischen dem Schaftabschnitt **52** und dem Bodenabschnitt **53** auftretende Zugbelastung reduziert werden. Dadurch kann erreicht werden, daß der Grenzabschnitt zwischen dem Schaftabschnitt **52** und dem Bodenabschnitt **53** eine ausreichende Dicke erhält.

**[0091]** Außerdem ist in der ersten Profilwalze **87** der Neigungswinkel  $\theta_{21}$  des steilen schrägen Abschnitts r1 größer als die Neigungswinkel  $\theta_1$ ,  $\theta_{11}$  des ersten und des zweiten schrägen Abschnitts n1, p1. Dadurch kann das Material **86** ausreichend gegen die Wurzel bzw. den Ansatz des flachen Abschnitts **91** gepreßt werden. Dadurch kann die Bearbeitungsgenauigkeit des konvexen Abschnitts **71** und des Keilzahns **73** erhöht werden.

**[0092]** Bei dieser Ausführungsform sind die ersten bis dritten Profilwalzen **87 bis 89** in der axialen Richtung des Dorns **81** an etwas verschiedenen Positionen angeordnet. Die ersten bis dritten Profilwalzen **87 bis 89** können jedoch auch an der gleichen Position angeordnet sein.

**[0093]** Bei dieser Ausführungsform sind die ersten bis dritten Profilwalzen **87 bis 89** in der axialen Richtung des ersten Zahnungsformabschnitts **82** versetzt, wodurch die Keilverzahnung **63** und der erste Zahneingriffabschnitt **65** gebildet werden. Die ersten bis dritten Profilwalzen **87 bis 89** können jedoch in Abhängigkeit von Konfigurationen, Längen und ähnlichen Faktoren des konvexen Abschnitts **71** und des konkaven Abschnitts **72** auch in einer von der axialen Richtung des ersten Zahnungsformabschnitts **82** verschiedenen Richtung versetzt sein. Außerdem können die ersten bis dritten Profilwalzen **87 bis 89** in verschiedenen Richtungen versetzt sein.

**[0094]** Außerdem werden bei dieser Ausführungsform die Keilverzahnung **63** und der erste Zahneingriffabschnitt **65** durch einen zweistufigen Prozeß in der Trommel ausgebildet. Es kann jedoch auch nur

die Keilverzahnung in einem zweistufigen Prozeß ausgebildet werden.

## Patentansprüche

1. Element mit Innenverzahnung, welches eine Trommel (**51**) einer Kupplung (**31**) für ein Automatikgetriebe bildet; wobei die Trommel (**51**) aus einem rohrförmigen Schaftabschnitt (**52**) und einem ringförmigen Bodenabschnitt (**53**) besteht und der Schaftabschnitt (**52**) aus einem ersten Zylinderabschnitt (**52a**) und einem zweiten Zylinderabschnitt (**52b**) besteht, wobei der zweite Zylinderabschnitt (**52b**) zu einer Öffnung der Trommel (**51**) hin vergrößert ist und einen größeren Durchmesser aufweist als der erste Zylinderabschnitt (**52a**), wobei: eine erste und eine zweite Innenverzahnung (**73**, **71**) so ausgebildet sind, daß die erste Innenverzahnung (**73**) von der Innenumfangsfläche des ersten und die zweite Innenverzahnung (**71**) von der Innenumfangsfläche des zweiten Zylinderabschnitts (**52b**) radial nach innen hervorsteht; die erste Innenverzahnung (**73**) Keilzähne für einen Keilverzahnungseingriff (**63**) der Trommel (**51**) mit einer Kupplungsplatte (**55**) bildet; und die zweite Innenverzahnung (**71**) einen Zahneingriffabschnitt (**65**) zum Verbinden der Trommel (**51**) mit einer anderen Komponente des Automatikgetriebes bildet und eine axial ausgebildete Nut (**75**) an ihrer Innenumfangsfläche aufweist.
2. Element nach Anspruch 1, wobei in einem Verbindungsabschnitt zwischen dem ersten und dem zweiten Zylinderabschnitt ein ringförmiger flacher Abschnitt (**92**) ausgebildet ist.
3. Element nach Anspruch 1 oder 2, wobei eine Eingriffsfläche einer Bandbremse (**61**) auf einer Außenumfangsfläche des ersten Zylinderabschnitts (**52a**) ausgebildet ist.
4. Formvorrichtung für ein Element mit Innenverzahnung, welches eine Trommel (**51**) einer Kupplung (**31**) für ein Automatikgetriebe bildet, mit: einem Dorn (**81**) mit einem ersten Zahnungsformabschnitt (**82**), der so ausgebildet ist, daß er einem ersten Zylinderabschnitt (**52a**) der Trommel (**51**) entspricht, und mit einem zweiten Zahnungsformabschnitt (**83**), der so ausgebildet ist, daß er einem zweiten Zylinderabschnitt (**52b**) entspricht, der einen größeren Durchmesser aufweist als der erste Zylinderabschnitt (**52a**); einem Reitstock (**85**) zum Einzwängen eines Materials (**86**) zusammen mit dem Dorn (**81**); mehreren Druckeinrichtungen (**87**, **88**, **89**) an verschiedenen Positionen in der axialen und radialen Richtung des Dorns (**81**) zum Pressen des Materials (**86**) gegen den Dorn (**81**) und zum Verformen des Materials (**86**), indem es zum plastischen Fließen gebracht wird, wobei

eine Profilfläche (**83**) an einer Druckeinrichtung (**89**) stromaufwärts in Bearbeitungsrichtung des Profilwalzprozesses vorgesehen ist, die einen Abschnitt (m3) mit einem maximalen Durchmesser, einen schrägen Abschnitt (p3), einen Abschnitt (t3) mit minimalem Durchmesser und einen konvexen Abschnitt (q3) zum Absenken des Materials (**86**) zum Dorn (**81**) hin aufweist, wobei

am Abschnitt (m3) mit maximalem Durchmesser die Druckeinrichtung (**89**) ihren maximalen Außendurchmesser annimmt,

der schräge Abschnitt (p3) in Bearbeitungsrichtung des Profilwalzprozesses weiter stromaufwärts ausgebildet ist als der Abschnitt (m3) mit maximalem Durchmesser und sein Außendurchmesser mit zunehmendem Abstand vom Abschnitt (m3) mit maximalem Durchmesser abnimmt,

am Abschnitt (t3) mit minimalem Durchmesser die Druckeinrichtung (**89**) ihren minimalen Durchmesser annimmt und

der konvexe Abschnitt (g3) in Bearbeitungsrichtung des Profilwalzprozesses weiter stromaufwärts ausgebildet ist als der Abschnitt (t3) mit minimalem Durchmesser und sein Außendurchmesser mit zunehmendem Abstand vom Abschnitt (t3) mit minimalem Durchmesser zunimmt.

5. Formvorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Druckeinrichtungen (**87**, **88**, **89**) radial beweglich angeordnet sind.

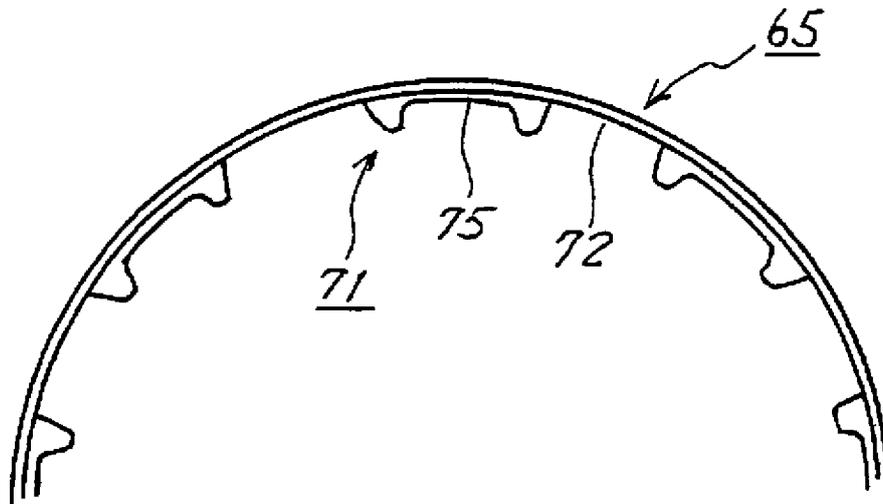
6. Formvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, mit einer Verstellbewegungsverarbeitungseinrichtung zum radialen Verstellen der Druckeinrichtungen (**87**, **88**, **89**).

7. Formvorrichtung nach Anspruch 4, 5 oder 6, wobei eine Verstellbewegungsverarbeitungseinrichtung die Druckeinrichtungen (**87**, **88**, **89**) radial nach außen verstellt, wenn eine Stufe (**91**) zwischen dem ersten und dem zweiten Zahnungsformabschnitt (**82**, **83**) sich der Druckeinrichtung nähert.

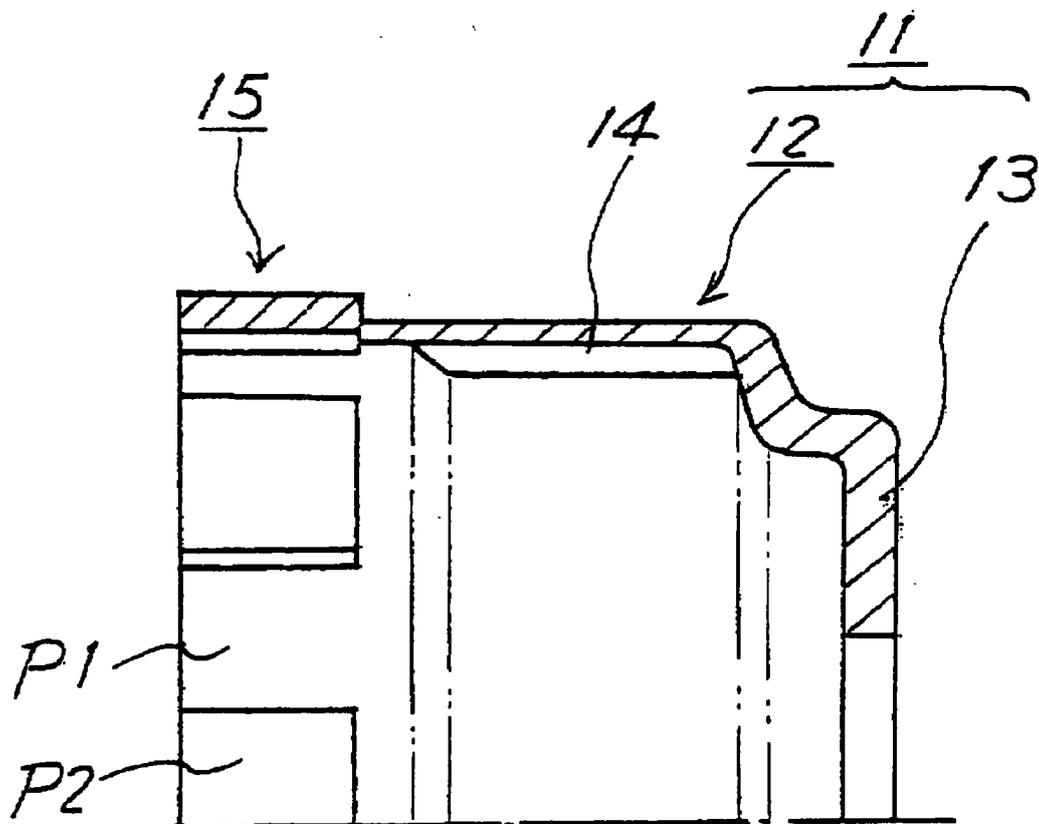
8. Formvorrichtung nach Anspruch 4, 5, 6 oder 7, wobei auf einer Formfläche (S1) der Druckeinrichtung (**87**) ein steiler schräger Abschnitt (r1) zum Pressen des Materials (**86**) gegen eine Stufe (**91**) ausgebildet ist.

Es folgen 19 Blatt Zeichnungen

*FIG. 1*

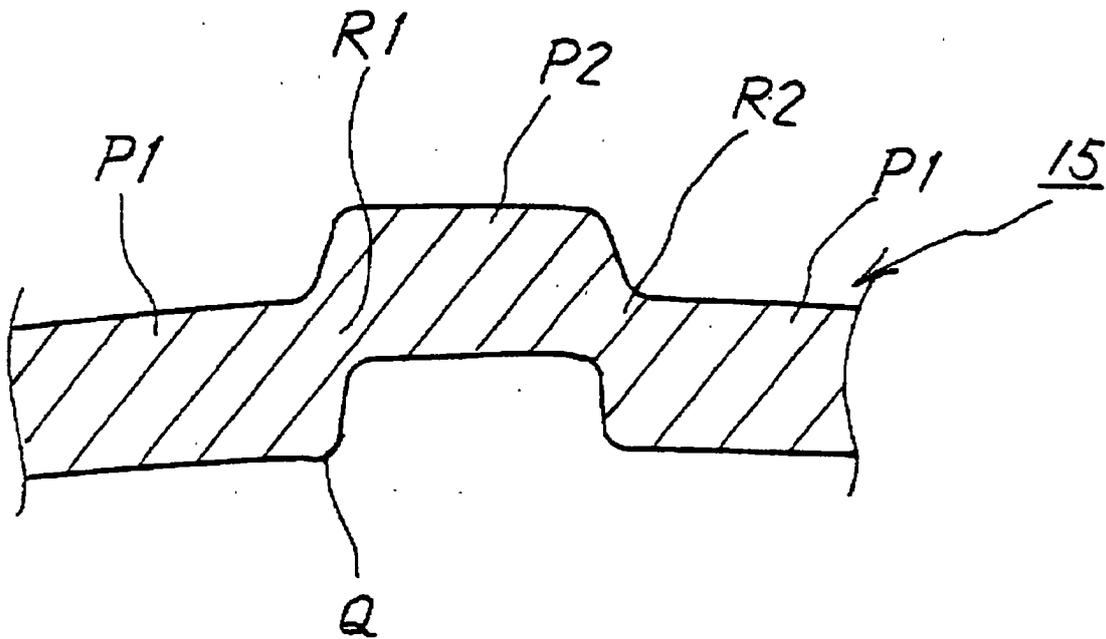


*FIG. 2*



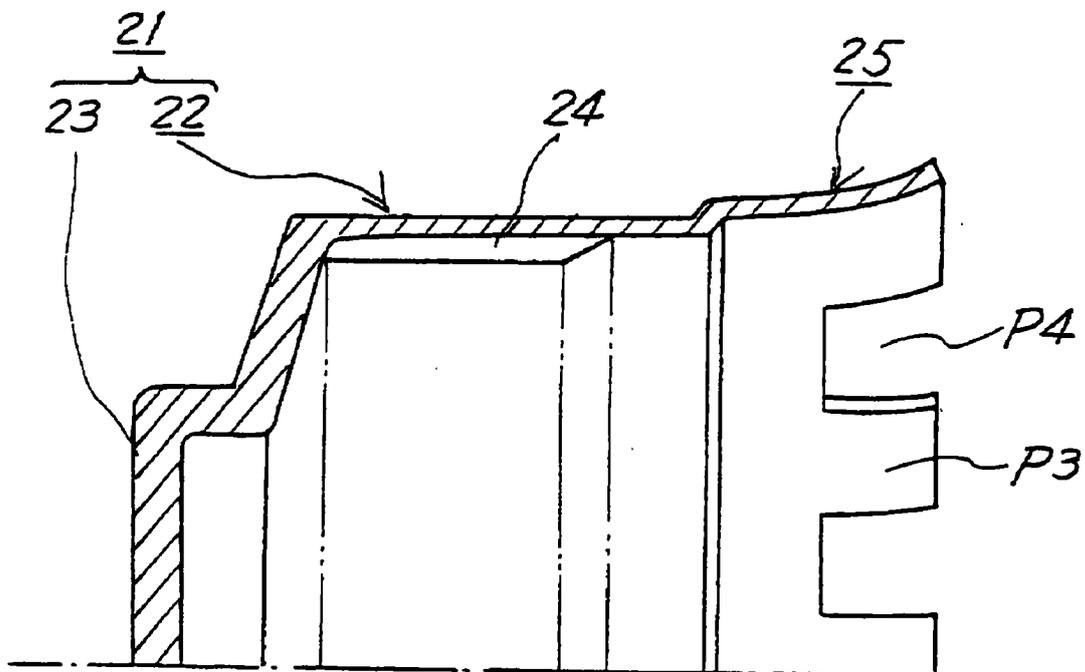
**STAND DER TECHNIK**

*FIG. 3*



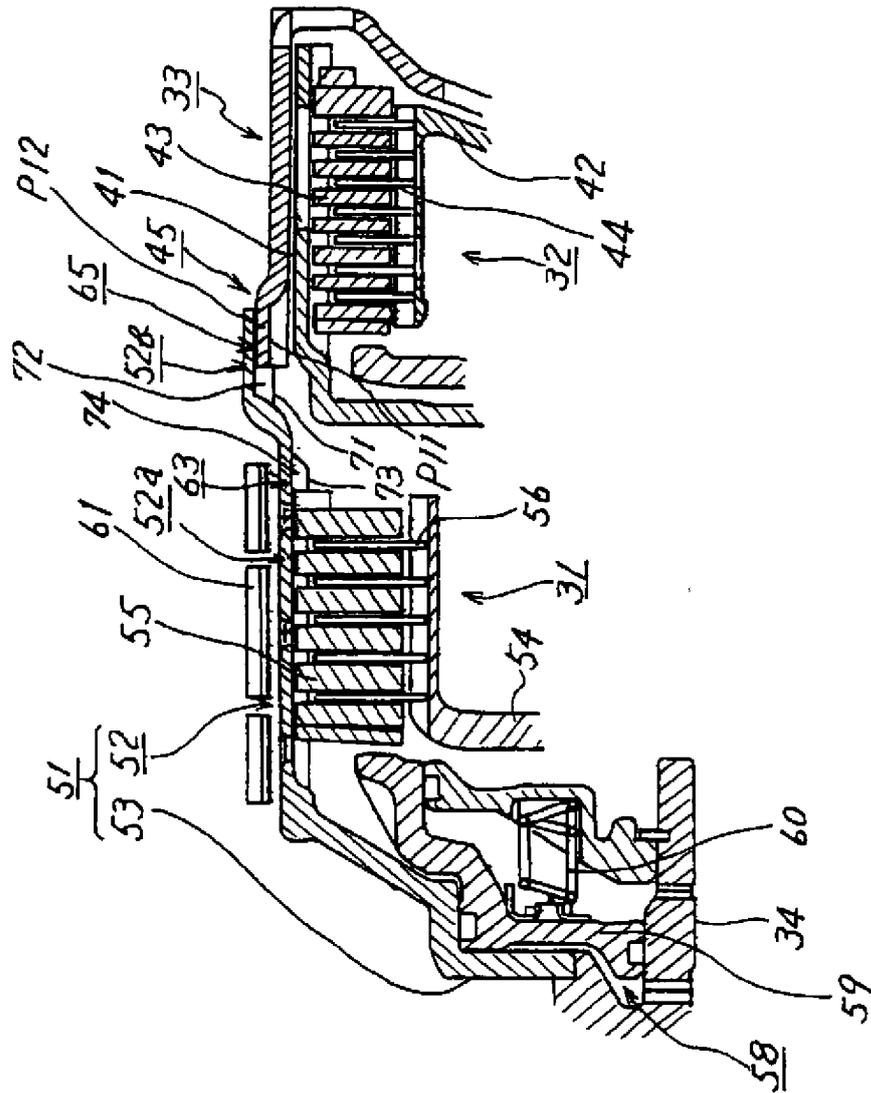
**STAND DER TECHNIK**

*FIG. 4*

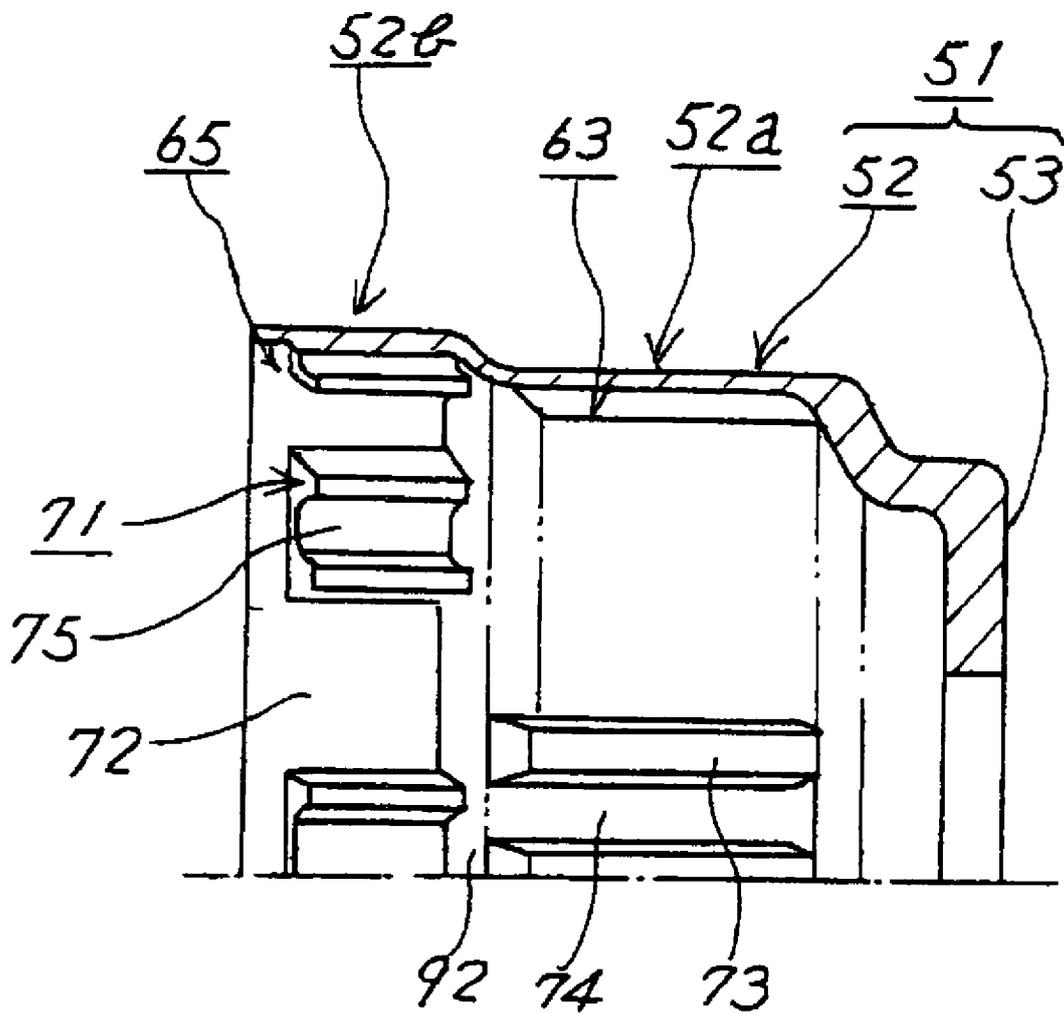


**STAND DER TECHNIK**

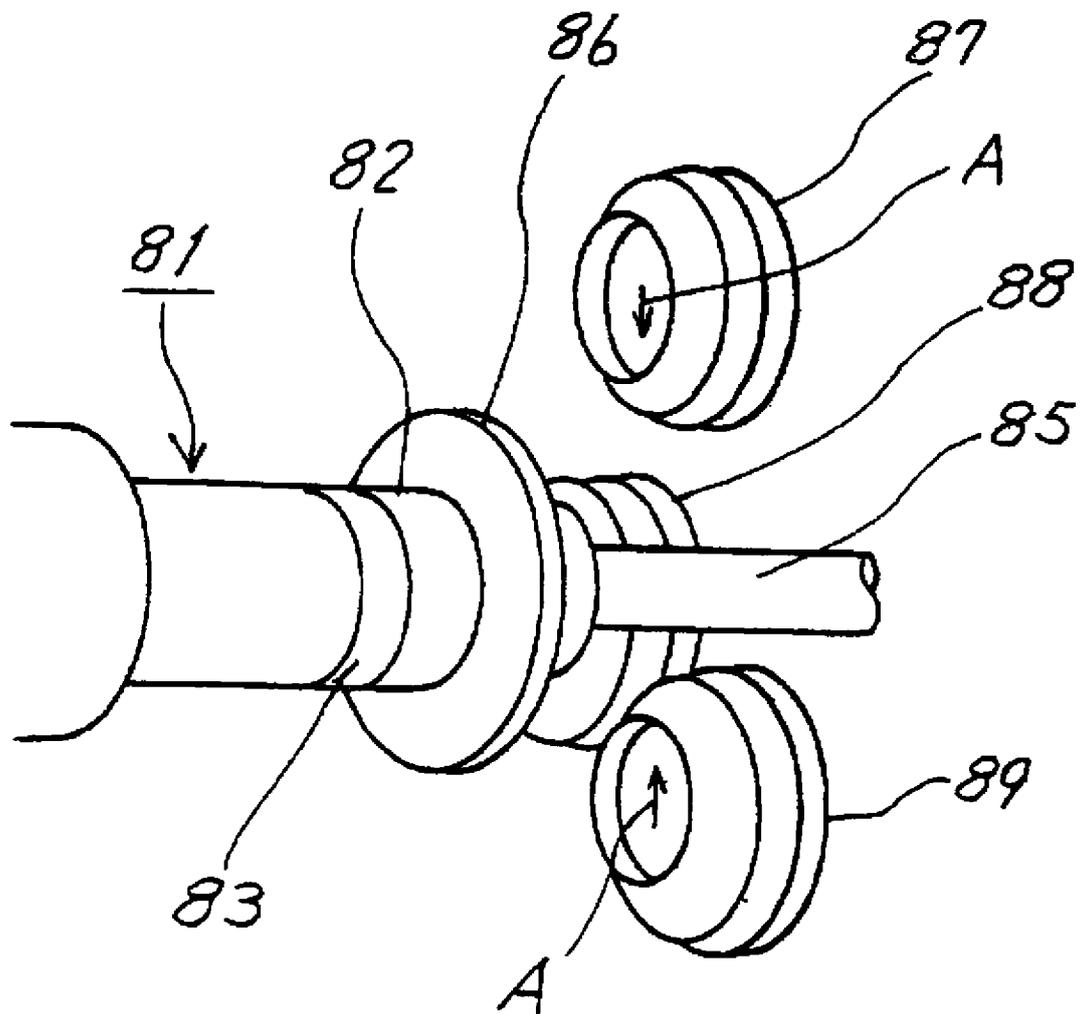
FIG. 5



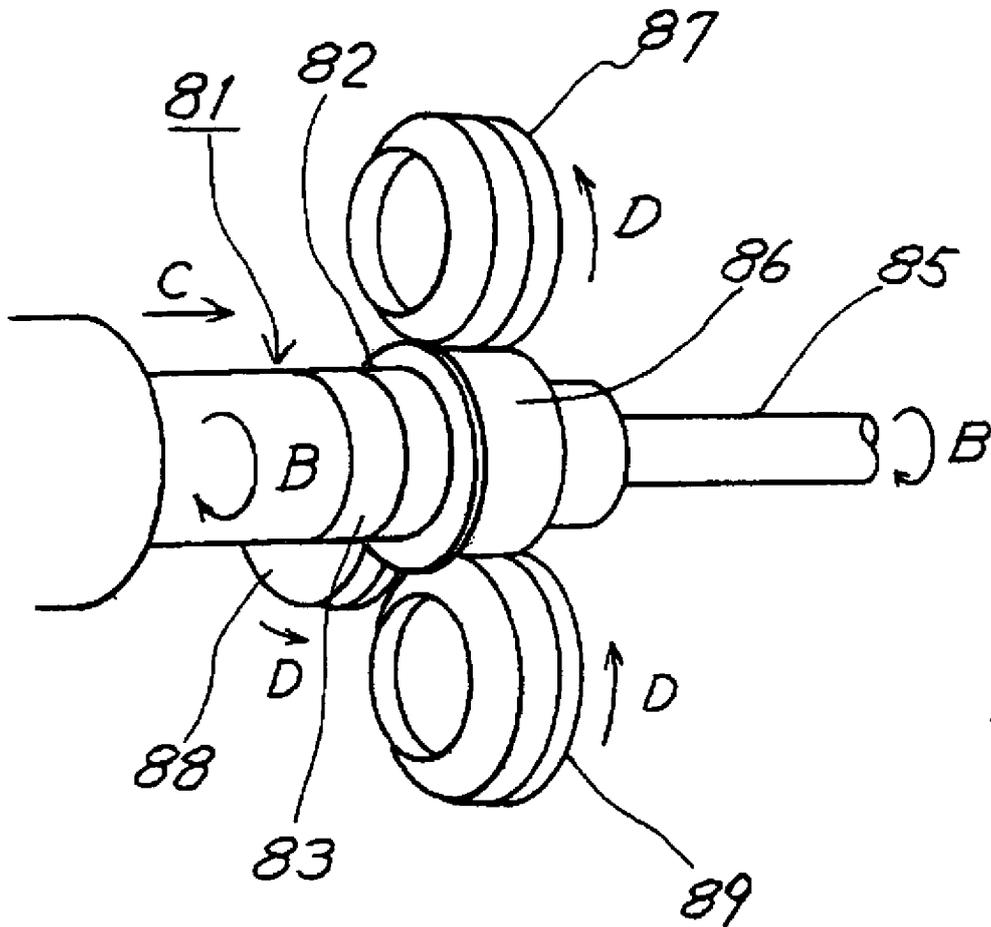
*FIG. 6*



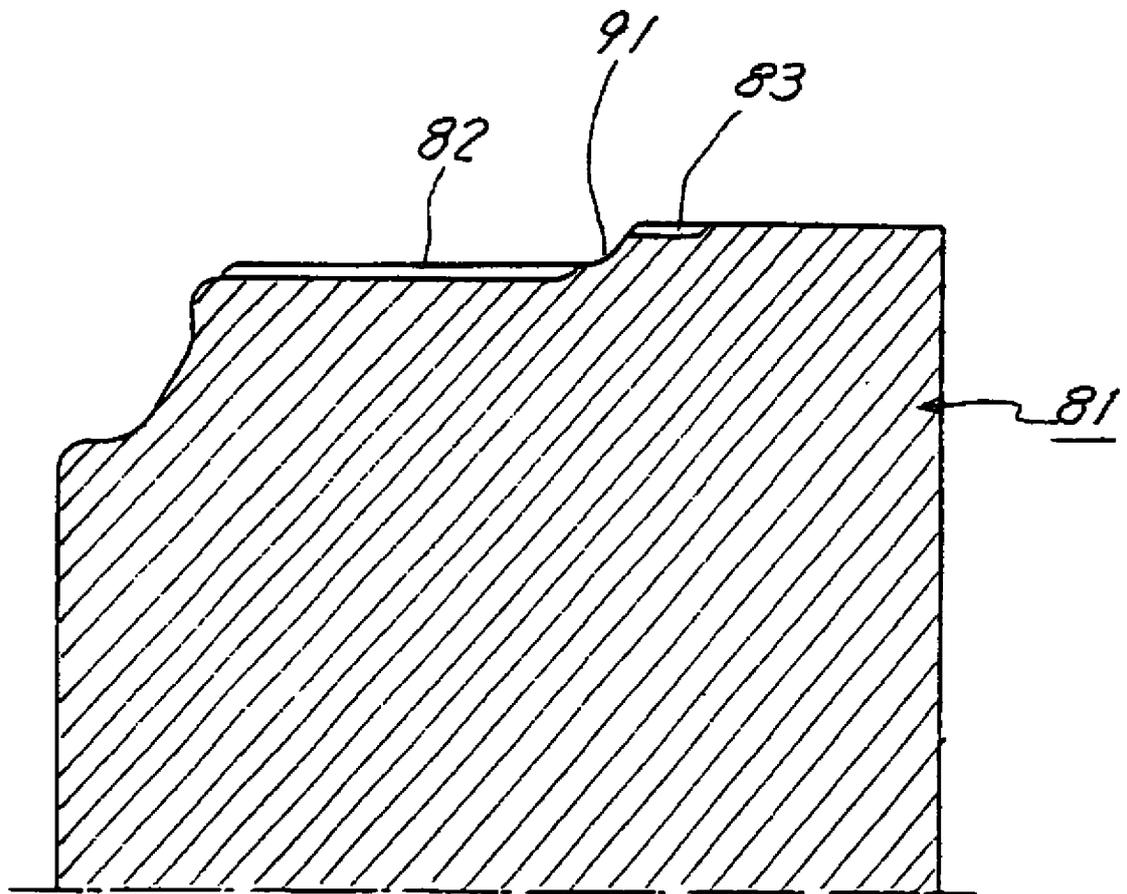
*FIG. 7*



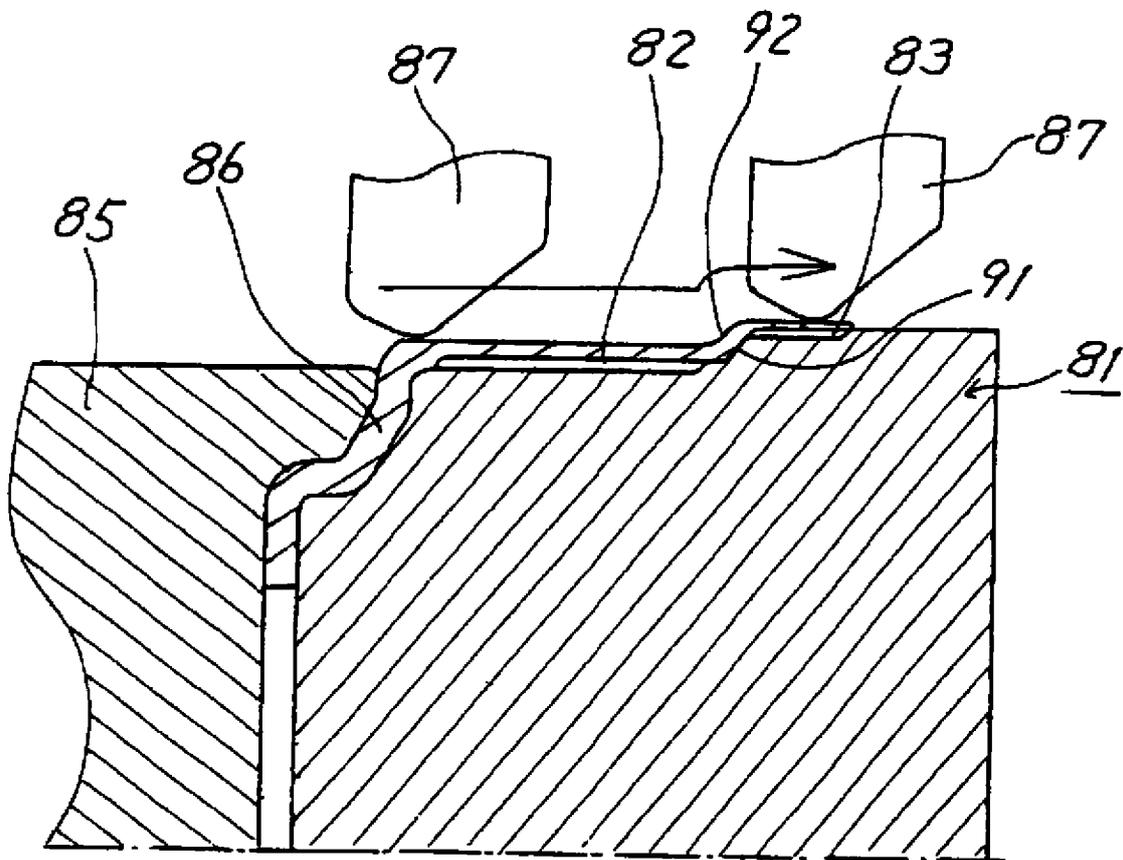
*FIG. 8*



*FIG. 9*



*FIG. 10*



*FIG. 11*

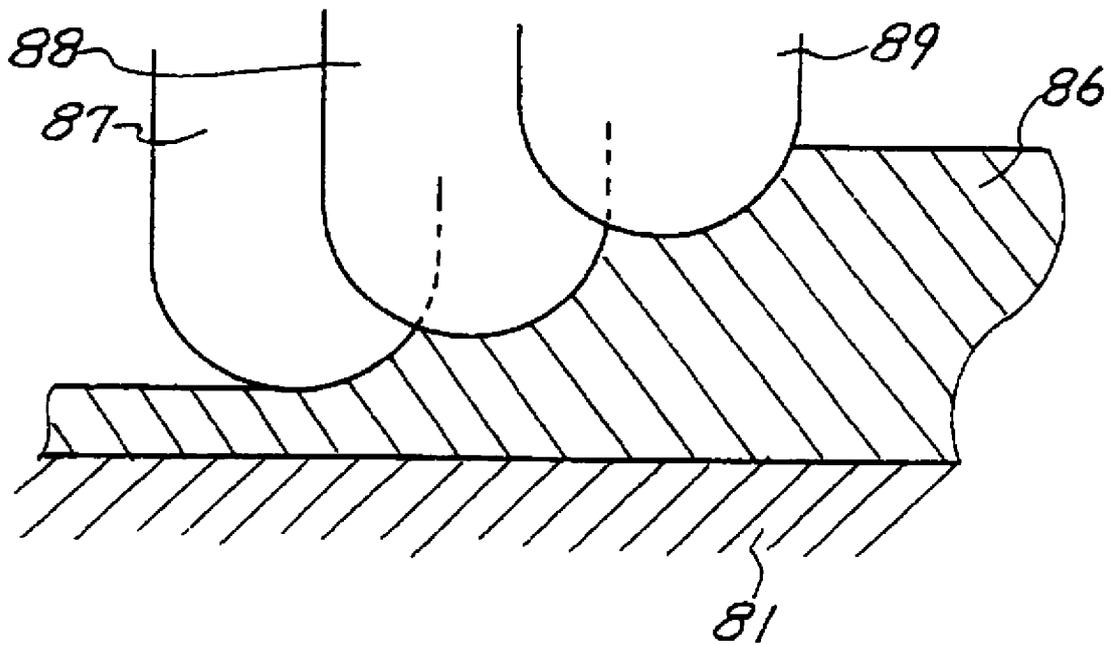
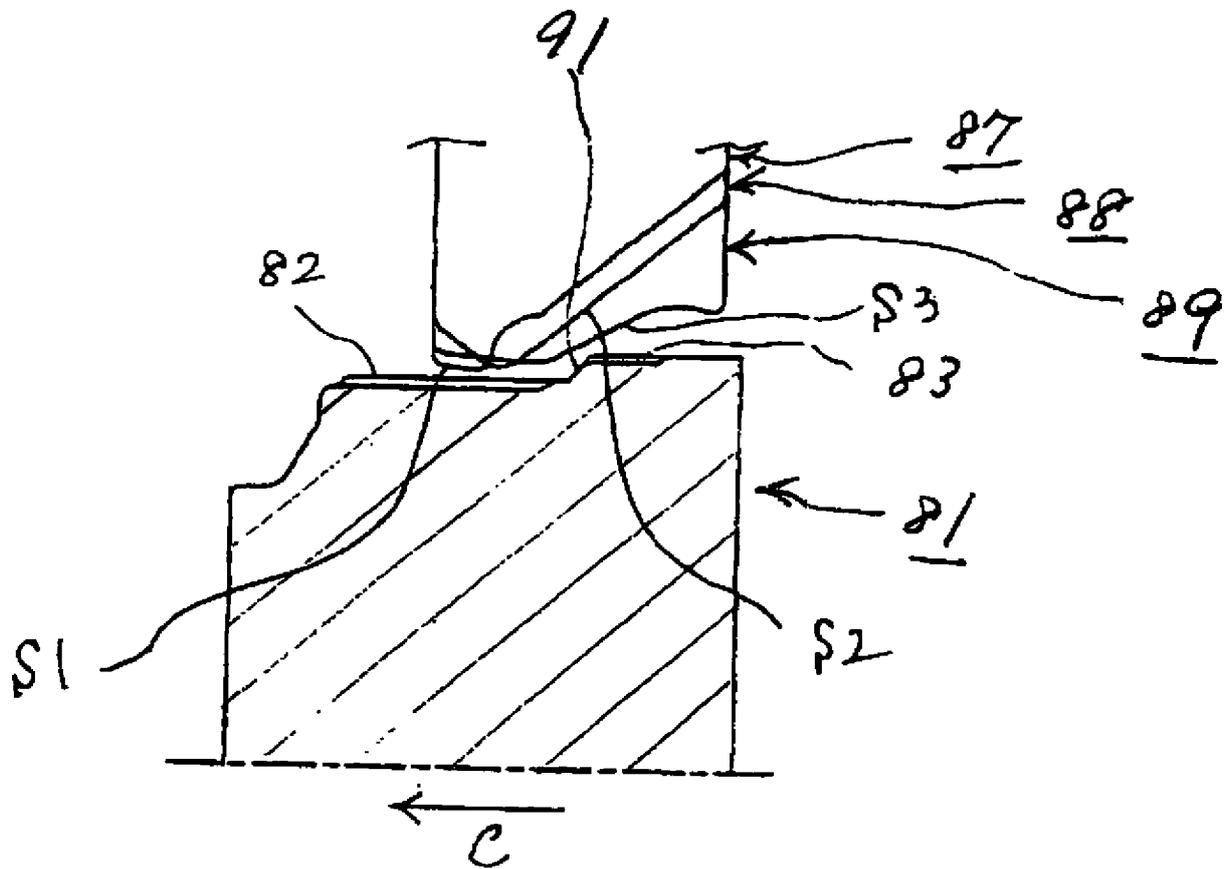
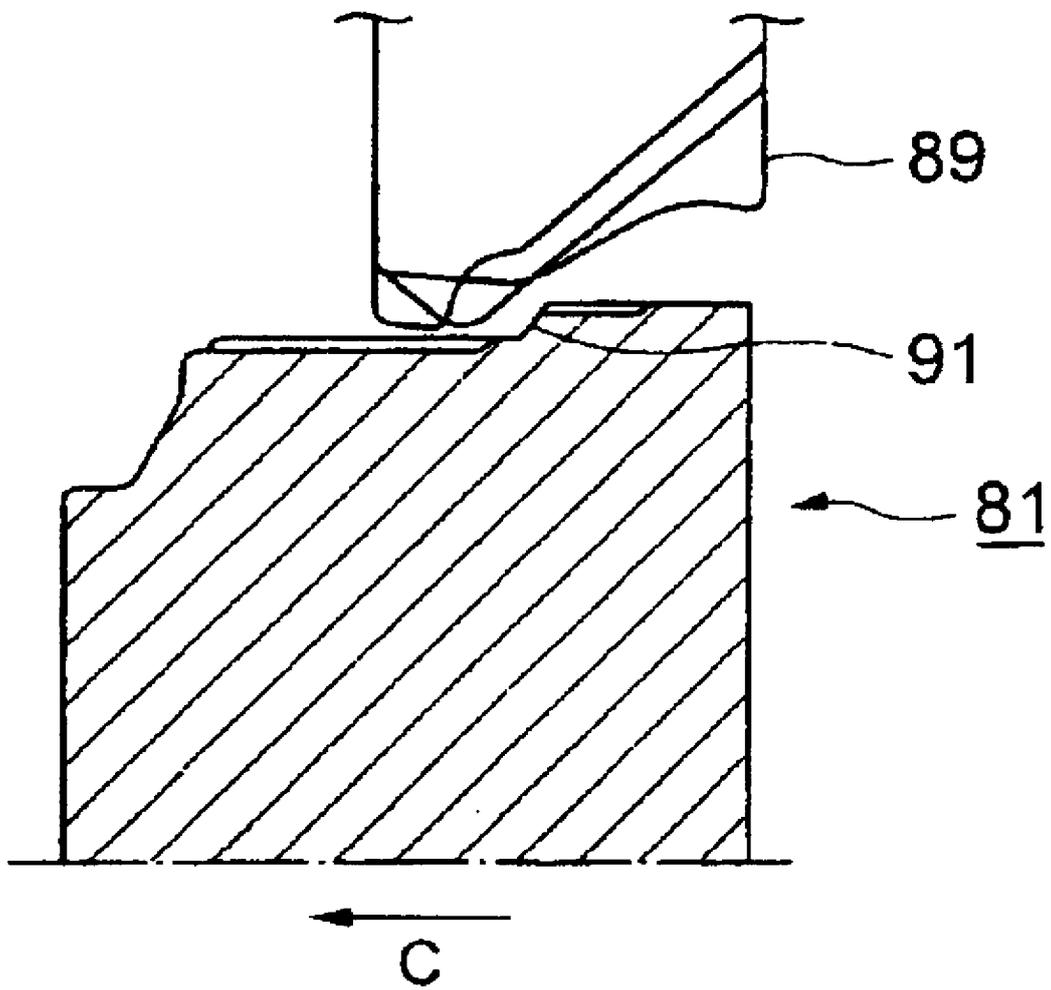


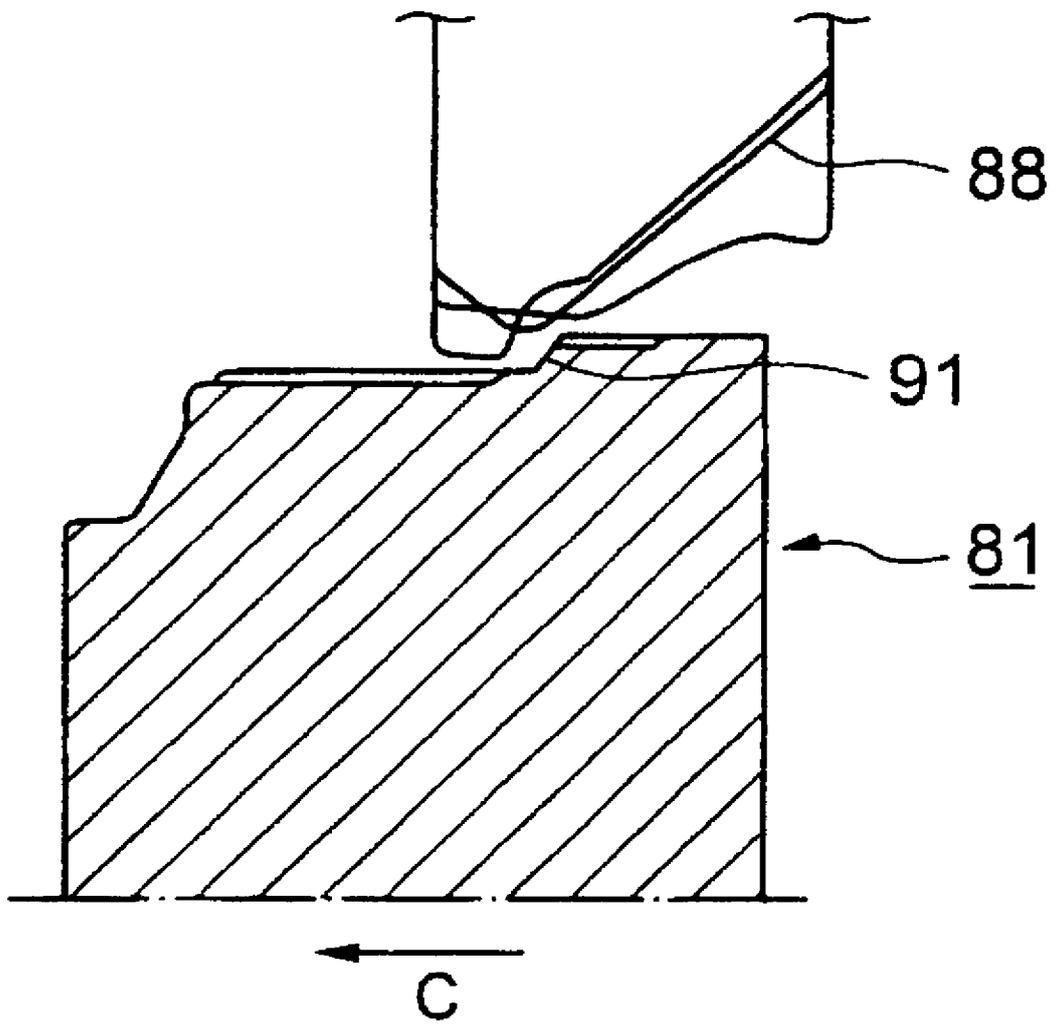
FIG. 12



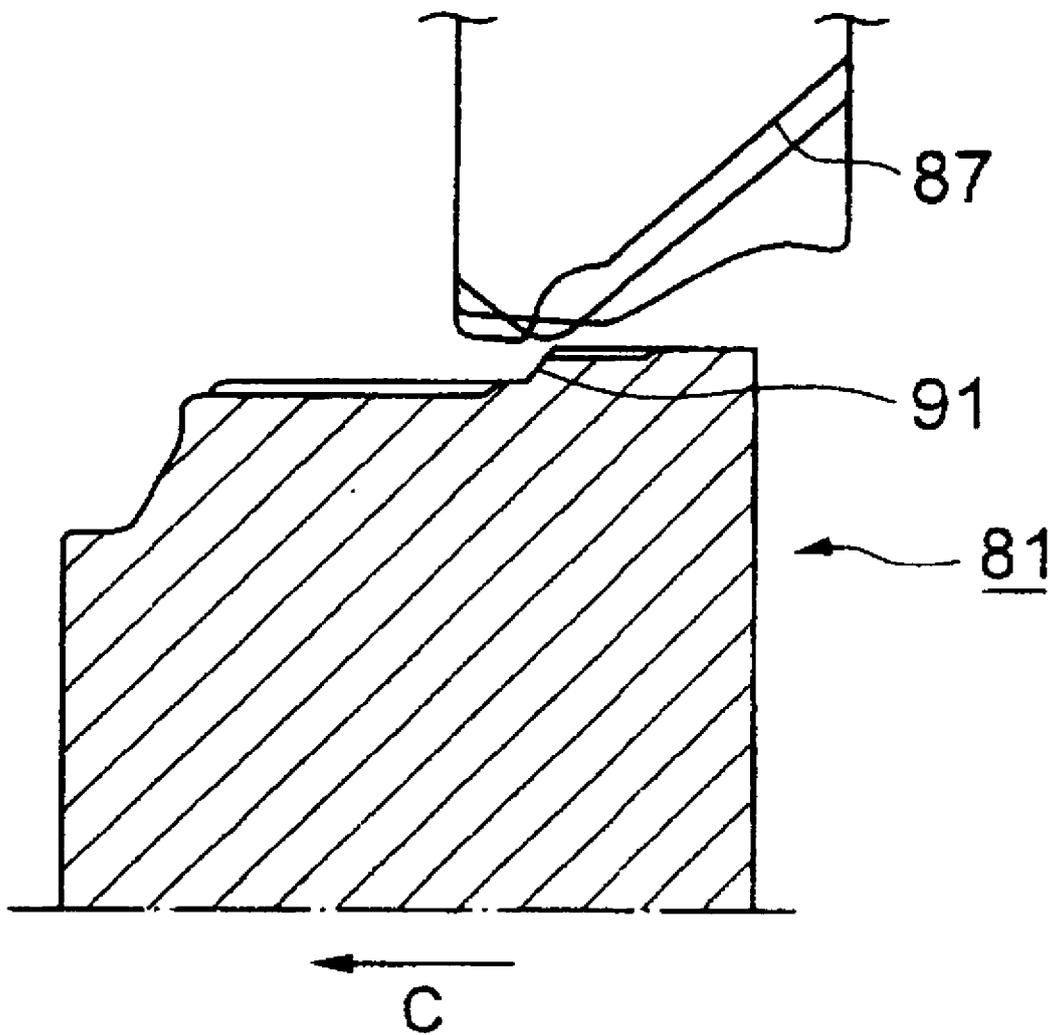
*FIG. 13*



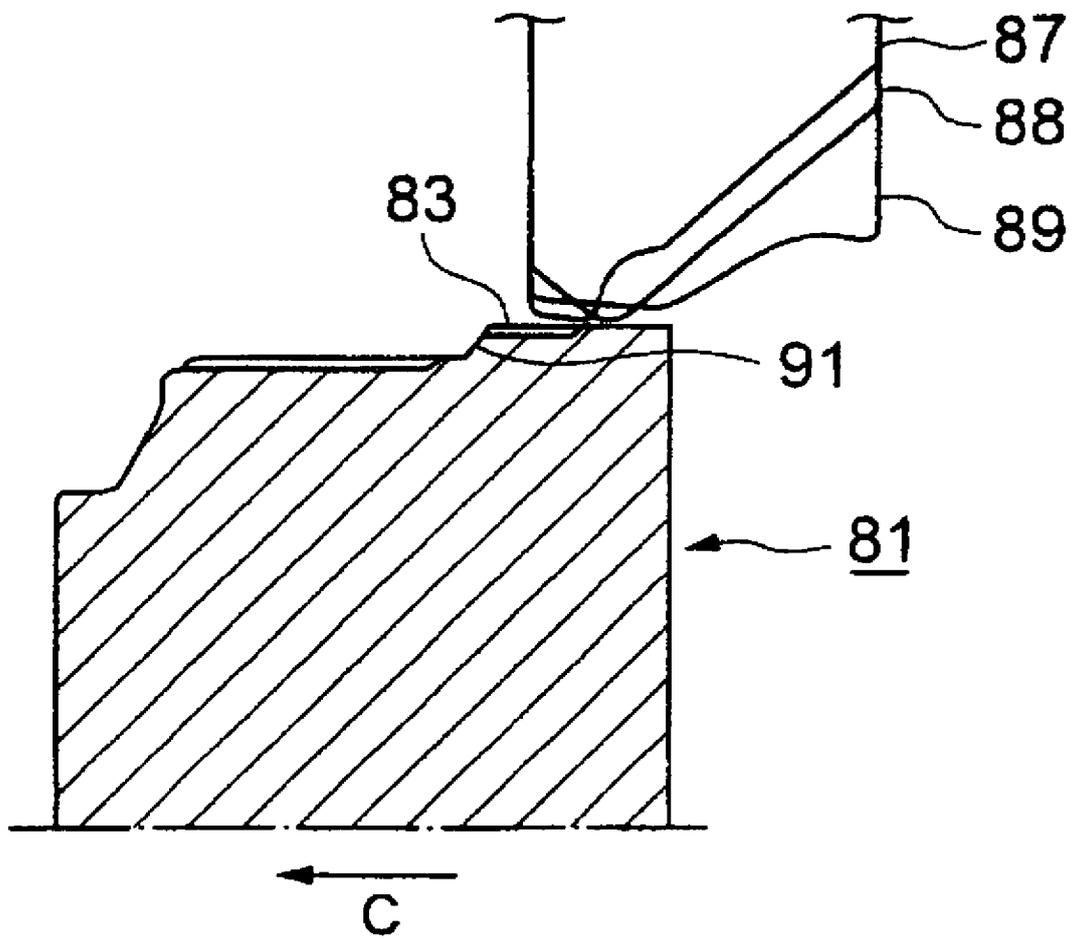
*FIG. 14*



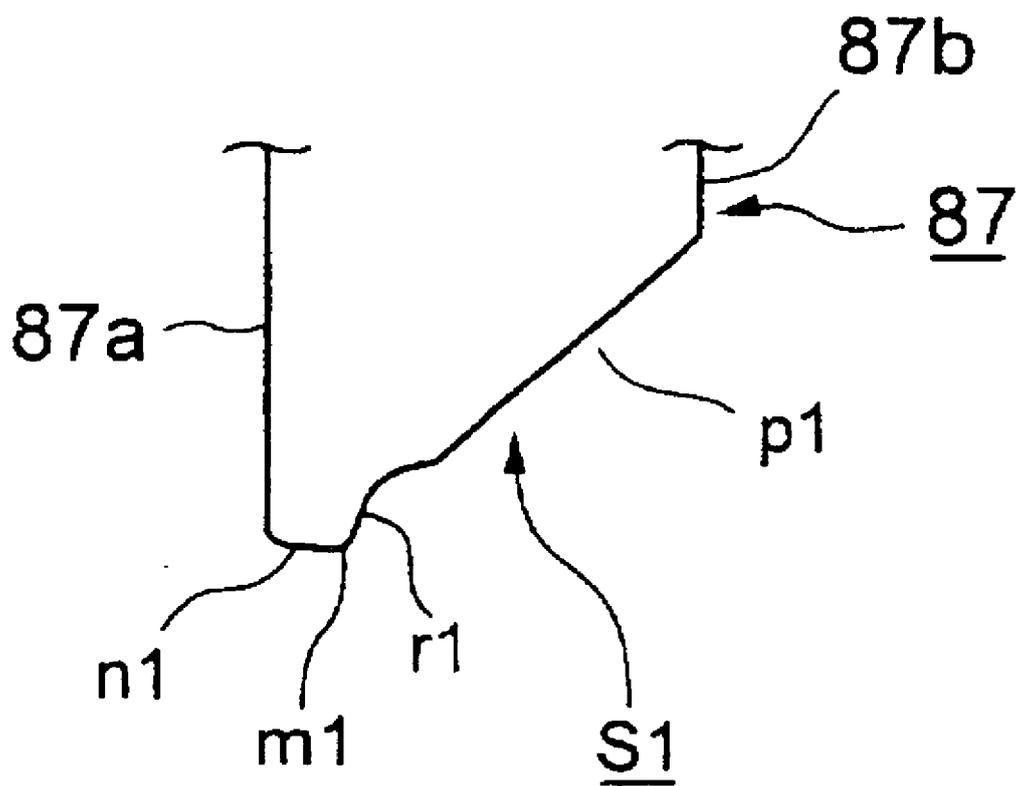
*FIG. 15*



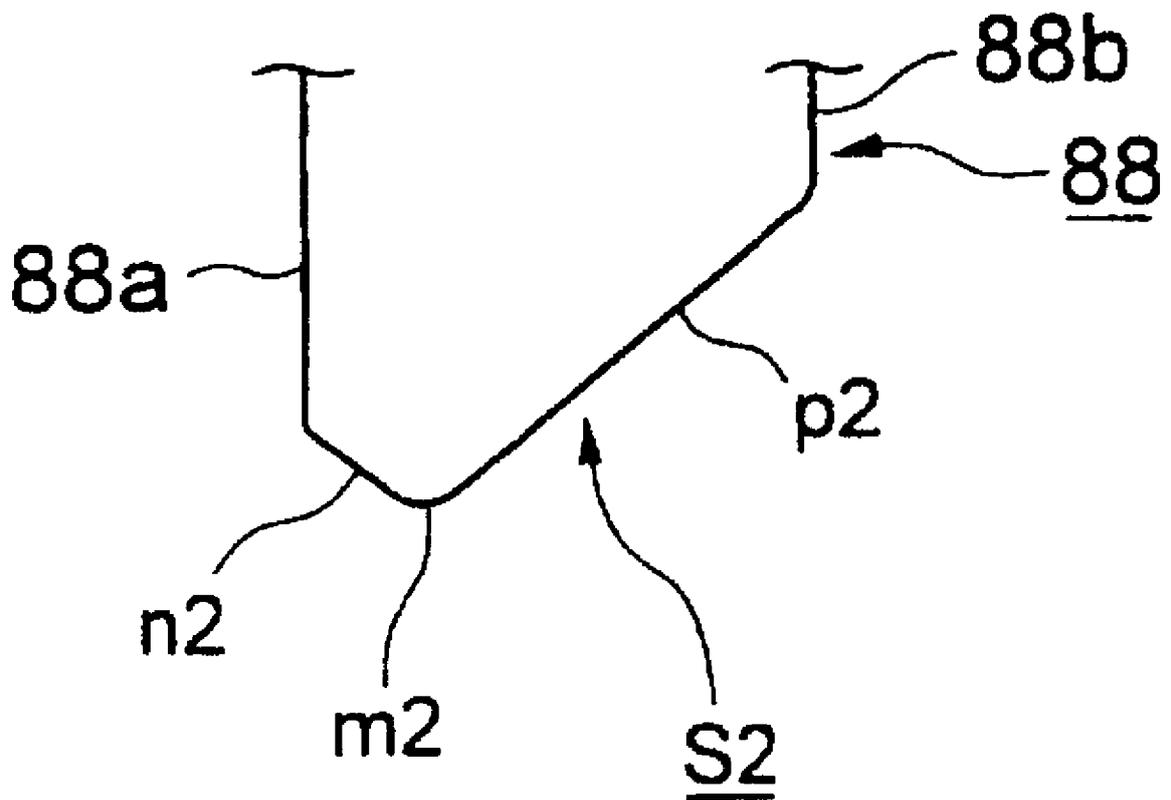
*FIG. 16*



*FIG. 17*



*FIG. 18*



*FIG. 19*

