



(10) **DE 11 2012 000 281 B4** 2024.08.14

(12)

Patentschrift

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 000 281.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2012/053129**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2012/114908**
(86) PCT-Anmeldetag: **10.02.2012**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.08.2012**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **29.08.2013**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **14.08.2024**

(51) Int Cl.: **B21K 1/30 (2006.01)**
B21J 5/08 (2006.01)

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

(30) Unionspriorität:
2011-038974 24.02.2011 JP

(73) Patentinhaber:
AISIN CORPORATION, Kariya-shi, Aichi-ken, JP

(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

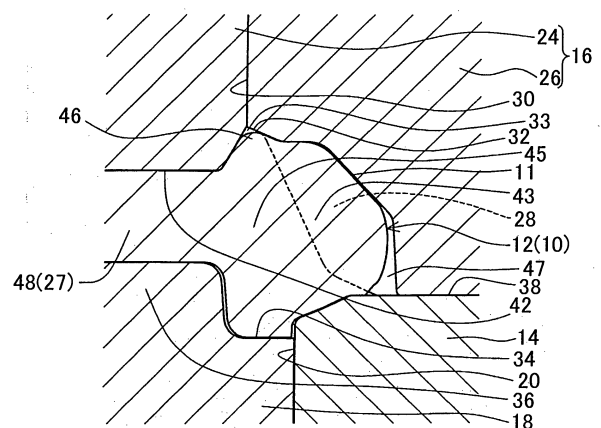
(72) Erfinder:
Sakamaki, Hiromu, Anjo, Aichi, JP

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE	000002320336	C3
US	8 341 997	B2
EP	0 275 561	A2
JP	S63- 115 642	A
JP	S57- 177 845	A

(54) Bezeichnung: **Zahnteilherstellungsverfahren, Zahnteilherstellungsvorrichtung und Zahnteil**

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur Herstellung eines Zahnteils aus einem zylindrischen Rohling (10) unter Verwendung einer Form (26), wobei das Zahnteilherstellungsverfahren dadurch gekennzeichnet ist, dass dann, wenn ein Zahnradabschnitt (11) an einem radial äußeren Abschnitt (43) des Rohlings (10) durch ein Aufbringen einer Last nach unten in der Axialrichtung des Rohlings (10) an einem radial mittleren Abschnitt (27) des Rohlings (10) ausgebildet wird, während ein axial unterer Abschnitt einer äußeren Umfangsfläche (22) des Rohlings (10) derart beschränkt wird, dass ein Bestandteilmaterial des Rohlings (10) radial nach außen fließt, das Bestandteilmaterial des Rohlings (10) an einem Zwischenabschnitt (45) zwischen dem mittleren Abschnitt (27) und dem äußeren Abschnitt (43) zu einem Abschnitt fließt, der sich radial einwärts und axial aufwärts von dem Zahnradabschnitt (11) befindet, um einen Vorsprungsabschnitt (46) auszubilden, indem sich ein beschränkter Bereich der äußeren Umfangsfläche (22) verringert, und wenn die Last maximal ist, ein Raum (47) zwischen dem radial äußeren Abschnitt (43) des Zahnradabschnitts (11) und der Form (26) vorgesehen wird und ein Raum (33) zwischen einem axial oberen Abschnitt des Vorsprungsabschnitts (46) und einem axial aufwärts vertieften Abschnitt (32) der Form (26) vorgesehen wird.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Zahnteilherstellungsverfahren zum Herstellen eines Zahnteils durch ein Schmieden, das einen Zahnabschnitt aufweist, wie zum Beispiel einen Kegelradabschnitt, und bezieht sich auch auf eine Zahnteilherstellungsvorrichtung und ein Zahnteil.

STAND DER TECHNIK

[0002] Zahnteile bzw. gezahnte Bauteile, die einen Zahnabschnitt aufweisen, wurden in der Vergangenheit durch ein Schmieden eines Rohlings hergestellt. Bei solch einem Schmieden wird ein Zahnteil, dessen Außenumfangsfläche einen Zahnabschnitt bzw. einen gezahnten Abschnitt aufweist, durch ein Pressen bzw. Komprimieren eines zylindrischen Rohlings aus der axialen Richtung des Rohlings hergestellt, um das Bestandteilmaterial des Rohlings von dem Rohling radial auswärts zu drängen und um die Innenseite einer Form mit dem Bestandteilmaterial des Rohlings auszufüllen.

[0003] Durch ein dementsprechendes Komprimieren bzw. Verdichten des Rohlings aus der axialen Richtung des Rohlings füllt das Bestandteilmaterial des Rohlings zuerst einen inneren Querschnitt der Form in der radialen Richtung des Rohlings, wonach das Bestandteilmaterial des Rohlings unidirektional radial auswärts von dem Rohling strömt bzw. fließt. Ein weiteres Komprimieren bzw. Verdichten des Rohlings aus der axialen Richtung des Rohlings erhöht den Oberflächendruck eines Querschnitts bzw. eines Abschnitts der Form, der bereits mit dem Bestandteilmaterial des Rohlings gefüllt ist, was es notwendig macht, die Last (Formungslast), die auf den Rohling aufgebracht wird, weiter zu erhöhen. Die größere Last, die auf die Form aufgebracht wird, verkürzt die Lebensdauer der Form entsprechend.

[0004] Patentedokument 1 offenbart eine Technik zum Schmieden. Gemäß der Technik von Patentedokument 1 wird ein ringförmiger Rohling einem Druck durch einen Druckbeaufschlagungsmechanismus aus der axialen Richtung unterzogen, während eine Außenumfangsfläche des ringförmigen Rohlings beschränkt wird, und das Bestandteilmaterial des ringförmigen Rohlings fließt in der Druckbeaufschlagungsrichtung, um die Innenseite eines Zahnprofilabschnitts einer Form auszufüllen. Durch ein Verwenden des Druckbeaufschlagungsmechanismus, um Druck auf den ringförmigen Rohling aus der Axialrichtung aufzubringen, wird etwas von dem Bestandteilmaterial des ringförmigen Rohlings als überschüssiges Material in einen offenen Raum gedrückt, der mit dem Zahnprofilabschnitt der Form

in Verbindung steht. Daher strömt bzw. fließt das Bestandteilmaterial des ringförmigen Rohlings unter einem konstanten Druck, was Abweichungen in Produktabmessungen und -präzision verringern kann, welche durch Abweichungen in dem Volumen des Rohlings verursacht werden.

[0005] Patentedokument 2 offenbart ein Verfahren zur Herstellung eines Kegelradschmiedens, mit: einem ersten Schmiedeschritt, bei dem ein erstes Zwischenprodukt durch Pressen eines Rohlings erhalten wird, so dass eine vorläufige Vertiefung ausgebildet wird; einem zweiten Schmiedeschritt, bei dem ein zweites Zwischenprodukt durch Drücken des ersten Zwischenprodukts in einem hermetisch abgedichteten Hohlraum durch eine erste Matrice und eine zweite Matrice erhalten wird, die in axialer Richtung zu der ersten Matrice gegenüberliegend positioniert ist; und ein Durchgangslochausbildungsschritt, bei dem ein Kegelrad ein Durchgangsloch gebildet wird. Der Zahnteil stellt eine Zahnkronenoberfläche, die sich axial verjüngt, und nach Fertigstellung des zweiten Zwischenprodukts in dem zweiten Schmiedeschritt bleibt ein ungefüllter Raum zwischen einem vorstehenden Teil des zweiten Zwischenprodukts und einer Wandfläche der Gesenke.

Literaturstellenliste des Stands der Technik

Patentdokumente

Patentedokument 1: japanische Patentoffenlegungsschrift JPS57-177845 A

Patentedokument 2: US 8 341 997 B2

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

Durch die Erfindung zu lösendes Problem

[0006] Jedoch wird gemäß der Technik von Patentedokument 1 nach einem Füllen des Inneren des Zahnprofilabschnitts der Form mit dem Bestandteilmaterial des ringförmigen Rohlings der ringförmige Rohling einem weiteren Druck aus der Axialrichtung durch den Druckbeaufschlagungsmechanismus unterzogen, was die Formungslast erhöht. Die größere Last, die auf die Form aufgebracht ist, verkürzt die Lebensdauer der Form dementsprechend.

[0007] Die vorliegende Erfindung wurde ersonnen, um das vorangehend beschriebene Problem zu lösen, und es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Zahnteilherstellungsmethode bzw. -verfahren, eine Zahnteilherstellungsvorrichtung und ein Zahnteil vorzusehen, welche die Lebensdauer einer Form erhöhen können.

Mittel zum Lösen des Problems

[0008] Ein Aspekt der vorliegenden Erfindung, die zum Lösen des vorangehend beschriebenen Problems erdnen wurde, ist ein Verfahren zum Herstellen eines Zahnteils aus einem zylindrischen Rohling unter Verwendung einer Form. Die Zahnteilherstellungsmethode bzw. das Zahnteilherstellungsverfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn ein Zahnradabschnitt an einem radial äußeren Abschnitt bzw. Teil des Rohlings durch ein Aufbringen einer Last nach unten in der Axialrichtung des Rohlings zu einem radial mittleren Abschnitt des Rohlings ausgebildet wird, während ein axial unterer Abschnitt einer Außenumfangsfläche des Rohlings derart begrenzt bzw. beschränkt wird, dass ein Bestandteilmaterial des Rohlings radial nach außen fließt bzw. strömt, wobei das Bestandteilmaterial des Rohlings an einem Zwischenabschnitt des Rohlings zwischen dem Mittenabschnitt und dem Außenabschnitt strömt, der sich radial einwärts und axial aufwärts von dem Zahnradabschnitt befindet, um einen Vorsprungsabschnitt auszubilden, indem sich ein beschränkter Bereich der Außenumfangsfläche verringert. Außerdem, wenn die Last maximal ist, ist ein Raum zwischen einem radial äußeren Abschnitt des Zahnradabschnitts und der Form vorgesehen und ein Raum ist zwischen einem axial oberen Abschnitt des Vorsprungsabschnitts und einem axial aufwärts vertieften Abschnitt der Form vorgesehen.

[0009] Gemäß diesem Aspekt sind die Räume zwischen der Form und dem Rohling derart vorgesehen, dass das Bestandteilmaterial des Rohlings nicht vollständig die Form ausfüllt, wenn die maximale Formungslast in der Axialrichtung des Rohlings eingebracht ist, um eine Formation bzw. Bildung des Zahnradabschnitts fertigzustellen bzw. zu beenden. Es ist dementsprechend Platz zum Fließen innerhalb der Räume für das Bestandteilmaterial des Rohlings übrig. Es ist deshalb möglich, die Formungslast daran zu hindern, übermäßig groß zu werden wie in einem abgeschlossenen Gesenkschmieden. Da die Last auf die Form niedergehalten bzw. unterdrückt werden kann, kann die Lebensdauer der Form erhöht werden.

[0010] Außerdem strömt bzw. fließt das Bestandteilmaterial des Rohlings in zwei Richtungen, nämlich eine Richtung, die radial auswärts gerichtet ist, und eine Richtung, die axial aufwärts gerichtet ist. Deshalb kann ein Verringerungseffekt auf die Formungslast erlangt werden. Da die Last auf die Form niedergehalten werden kann, kann die Lebensdauer der Form erhöht werden.

[0011] In dem vorangehend beschriebenen Aspekt hat der vertiefte Abschnitt der Form vorzugsweise

eine äußere Form, die in der Axialrichtung kleiner wird.

[0012] Gemäß diesem Aspekt ist es schwierig für das Bestandteilmaterial des Rohlings, zu dem vertieften Abschnitt der Zahnprofilform zu fließen. Als eine Konsequenz füllt der Rohling nicht vollständig den vertieften Abschnitt der Form aus, wenn eine Formation bzw. eine Bildung des Zahnradabschnitts beendet ist, und der Raum zwischen dem Rohling und der Form kann noch leichter vorgesehen werden. Es ist deshalb möglich, die Form- bzw. Formungslast darin zu beschränken, ungeachtet der Fließfähigkeit des Bestandteilmaterials des Rohlings übermäßig groß zu werden. Des Weiteren, da die Last auf die Form ungeachtet der Fließfähigkeit des Bestandteilmaterials des Rohlings niedergehalten werden kann, kann die Lebensdauer der Form erhöht werden.

[0013] In dem vorangehend beschriebenen Aspekt werden vorzugsweise eine Zahnprofilform, die den Zahnradabschnitt an dem äußeren Abschnitt des Rohlings ausbildet, eine Außenzwangsform bzw. eine äußere Beschränkungsform, die die Außenumfangsfläche des Rohlings beschränkt, und eine Innenform, die einwärts von der äußeren Beschränkungsform vorgesehen ist, als die Form verwendet. Es ist ebenfalls wünschenswert, dass mit dem durch die Zahnprofilform eingebetteten Rohling die äußere Beschränkungsform und die Innenform, die Zahnprofilform und die äußere Beschränkungsform synchron in der Axialrichtung relativ zu der Innenform bewegt werden.

[0014] Gemäß diesem Aspekt sind Zähne von einer Innenseite zu einer Außenseite in der Radialrichtung des Rohlings ausgebildet, während sich das Zahnprofil aus der Richtung, in der die Zahnprofilform angeordnet ist, ausweitet, wodurch der Zahnradabschnitt an der radial äußeren Seite des Rohlings ausgebildet wird. Entsprechend kann der Rohling geformt werden, während ein Raum zwischen dem Rohling und der Zahnprofilform verbleibt.

[0015] In dem vorangehend beschriebenen Aspekt ist das Zahnteil bzw. -bauteil vorzugsweise ein Differenzialritzels, das in einer Differenzialvorrichtung verwendet wird.

[0016] Gemäß diesem Aspekt kann aufgrund der verlängerten Lebensdauer der Form, die zum Herstellen des Differenzialritzels verwendet wird, eine Massenproduktion des Differenzialritzels bei niedrigen Herstellungskosten erreicht werden.

[0017] Ein anderer Aspekt der vorliegenden Erfindung, die zum Lösen des Problems erdnen ist, ist eine Vorrichtung zum Herstellen eines Zahnteils aus einem

zylindrischen Rohling unter Verwendung einer Form. Die Zahnteilherstellungsvorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Form eine Zahnprofilform als eine obere Form und eine äußere Beschränkungsform als eine untere Form umfasst, die einen axial unteren Abschnitt einer Außenumfangsfläche des Rohlings beschränkt, wobei die Zahnprofilform einen Kompressionsabschnitt, der einen radial mittigen Abschnitt des Rohlings komprimiert, und einen Zahnprofilbildungsabschnitt umfasst, der radial auswärts von dem Kompressionsabschnitt vorgesehen ist, wobei der Zahnprofilbildungsabschnitt einen Zahnprofilabschnitt, der in Form eines Kegelrads ausgebildet ist, und einen vertieften Abschnitt umfasst, der sich einwärts von dem Zahnprofilabschnitt befindet, um axial aufwärts vertieft zu werden, und dann, wenn ein Zahnradabschnitt an einem radial äußeren Abschnitt des Rohlings durch ein Aufbringen einer Last nach unten in einer Axialrichtung zu einem Mittenabschnitt durch den Kompressionsabschnitt ausgebildet wird, während der axial untere Abschnitt einer Außenumfangsfläche des Rohlings durch die äußere Beschränkungsform derart beschränkt wird, dass ein Bestandteilmaterial des Rohlings zu dem Zahnprofilabschnitt fließt, wobei das Bestandteilmaterial des Rohlings an einem Zwischenabschnitt zwischen dem Mittenabschnitt und dem Außenabschnitt in der Axialrichtung zu dem vertieften Abschnitt der Form fließt, um einen Vorsprungsabschnitt auszubilden, indem sich ein beschränkter Bereich der Außenumfangsfläche verringert. Außerdem, wenn die Last maximal ist, ist ein Raum zwischen dem Zahnprofilabschnitt und einem radial äußeren Abschnitt des Zahnradabschnitts vorgesehen, der in dem Rohling ausgebildet ist, und ein Raum ist zwischen dem Vorsprungsabschnitt und dem vertieften Abschnitt vorgesehen.

[0018] Gemäß diesem Aspekt sind die Räume zwischen dem Rohling und der Form derart vorgesehen, dass das Bestandteilmaterial des Rohlings nicht vollständig die Form füllt, wenn die maximale Formungslast in der Axialrichtung des Rohlings eingebracht ist, um eine Bildung des Zahnradabschnitts zu beenden bzw. zu vervollständigen. Es ist daher noch Platz übrig innerhalb der Räume für das Bestandteilmaterial des Rohlings, um zu fließen. Es ist deshalb möglich, die Formungslast daran zu hindern, übermäßig groß zu werden, wie in einem abgeschlossenen Gesenkschmieden. Da die Last auf die Form niedergehalten werden kann, kann die Lebensdauer der Form erhöht werden.

[0019] Ein weiterer Aspekt der vorliegenden Erfindung, die zum Lösen des vorangehend beschriebenen Problems ersonnen ist, ist ein Zahnteil, das aus einem zylindrischen Rohling unter Verwendung einer Form und dem oben beschriebenen Verfahren hergestellt ist. Das Zahnteil ist dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn ein Zahnradabschnitt an einem

radial äußeren Abschnitt des Rohlings durch ein Aufbringen einer Last nach unten in der Axialrichtung zu einem radial mittigen Abschnitt des Rohlings ausgebildet wird, während ein axial unterer Abschnitt einer Außenumfangsfläche des Rohlings derart beschränkt wird, dass ein Bestandteilmaterial des Rohlings radial nach außen fließt, wobei das Bestandteilmaterial des Rohlings an einem Zwischenabschnitt zwischen dem Mittenabschnitt und dem äußeren Abschnitt in der Axialrichtung zu einem Abschnitt fließt, der sich radial einwärts und axial aufwärts von dem Zahnradabschnitt befindet, um einen Vorsprungsabschnitt auszubilden, indem sich ein beschränkter Bereich der Außenumfangsfläche verringert; und wenn die Last maximal ist, ein Raum zwischen dem radial äußeren Abschnitt des Zahnradabschnitts und der Form vorgesehen ist und ein Raum zwischen dem axial oberen Abschnitt des Vorsprungsabschnitts des Rohlings und der Form vorgesehen ist, wodurch das Zahnteil hergestellt wird. Außerdem ist der Vorsprungsabschnitt ausgebildet, um aufwärts in der Axialrichtung radial einwärts von dem gezahnten Abschnitt vorzuragen.

[0020] Gemäß diesem Aspekt sind die Räume zwischen dem Rohling und der Form derart vorgesehen, dass das Bestandteilmaterial des Rohlings nicht vollständig die Form füllt, wenn die maximale Formungslast in der Axialrichtung des Rohlings eingebracht ist, um eine Bildung des Zahnradabschnitts zu vollenden. Es ist daher innerhalb der Räume für das Bestandteilmaterial des Rohlings Platz zum Fließen übrig. Es ist deshalb möglich, die Formungslast daran zu hindern, übermäßig groß zu werden wie in einem abgeschlossenen Gesenkschmieden. Da die Last der Form niedergehalten werden kann, kann die Lebensdauer der Form erhöht werden.

[0021] Außerdem, da der Vorsprungsabschnitt, der durch ein Veranlassen des Bestandteilmaterials, in der Axialrichtung des Rohlings zu fließen, ausgebildet wird, hinsichtlich des Zahnradabschnitts (auf einer Innenseite eines Innendurchmesserabschnitts des Zahnradabschnitts) radial einwärts vorgesehen ist, hat der Vorsprungsabschnitt keinen Effekt auf die Funktionalität des Zahnteils, wenn sich das Zahnteil mit einem anderen gezahnten Teil an dem Zahnradabschnitt verzahnt.

Effekte der Erfindung

[0022] Gemäß einem Zahnteilherstellungsverfahren, einer Zahnteilherstellungsvorrichtung und einem Zahnteil der vorliegenden Erfindung kann die Lebensdauer einer Form erhöht werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[Fig. 1] Fig. 1 ist ein strukturelles Diagramm eines wesentlichen Abschnitts einer Zahnteil-

herstellungsvorrichtung vor einem Formen eines Rohlings.

[Fig. 2] Fig. 2 ist eine vergrößerte Ansicht eines Materialspielraumabschnitts und eines umgebenden Bereichs in Fig. 3.

[Fig. 3] Fig. 3 ist ein strukturelles Diagramm des wesentlichen Abschnittes einer Zahnteilherstellungsvorrichtung während eines Formens des Rohlings.

[Fig. 4] Fig. 4 ist eine vergrößerte Ansicht des Materialspielraumabschnitts und des umgebenden Bereichs in Fig. 3.

[Fig. 5] Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht des Rohlings während eines Formens.

[Fig. 6] Fig. 6 ist eine perspektivische Ansicht einer äußeren Erscheinung des Rohlings während eines Formens.

[Fig. 7] Fig. 7 ist ein Strukturdiagramm des Abschnitts der Zahnteilherstellungsvorrichtung, nachdem ein Formen des Rohlings vollständig ist.

[Fig. 8] Fig. 8 ist eine vergrößerte Ansicht des Materialspielraumabschnitts und des umgebenden Bereichs in Fig. 7.

[Fig. 9] Fig. 9 ist eine Querschnittsansicht eines Differenzialritzels.

[Fig. 10] Fig. 10 ist eine perspektivische Ansicht einer äußeren Erscheinung des Differenzialritzels.

BESTE ART ZUM AUSFÜHREN DER ERFINDUNG

[0023] Eine spezifische Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird im Detail mit Bezug auf die angefügten Zeichnungen beschrieben werden. In der vorliegenden Ausführungsform wird ein Differenzialritzel, das in einer Differenzialvorrichtung eines Fahrzeugs verwendet wird, als ein Beispiel eines Zahnteils bzw. eines gezahnten Teils beschrieben. Es sei vermerkt, dass das Differenzialritzel der Differenzialvorrichtung ein Zahnrad ist, das durch eine Ritzelwelle bzw. eine Antriebswelle drehbar gestützt ist, während es mit einem differenzialseitigen Zahnrad innerhalb eines Differenzialgehäuses verzahnt ist.

Beschreibung der Herstellungsvorrichtung

[0024] Zuerst wird eine Zahnteilherstellungsvorrichtung 1 beschrieben werden. Die Herstellungsvorrichtung 1 stellt ein Differenzialritzel 12 (siehe Fig. 10), das einen Kegelradabschnitt 11 aufweist, aus einem zylindrischen Rohling 10 (siehe Fig. 1) durch ein Schmieden her.

[0025] Wie in Fig. 1 gezeigt ist, weist die Herstellungsvorrichtung 1 Formen auf, nämlich eine äußere Beschränkungsform 14, eine Zahnprofilform 16 und eine innere Form 18. Die Herstellungsvorrichtung 1 weist außerdem einen Aktuator (nicht gezeigt), wie zum Beispiel einen Hydraulikzylinder, zum Betätigen jeder der Formen und eine Steuervorrichtung (nicht gezeigt) auf, die die Betätigung bzw. den Betrieb des Aktuators steuert. Es sei vermerkt, dass Fig. 1 ein Strukturdiagramm bzw. Aufbaudiagramm eines wesentlichen Abschnitts bzw. Teils der Herstellungsvorrichtung 1 vor einem Formen des Rohlings 10 ist.

[0026] Die äußere Beschränkungsform 14 ist in einer zylindrischen Form ausgebildet und hat eine Innenumfangsfläche 20. Der Rohling 10 ist angeordnet und die Innenform bzw. die innere Form 18 ist außerdem einwärts von der Innenumfangsfläche 20 vorgesehen. Die äußere Beschränkungsform 14 ist auswärts von einer Außenumfangsfläche 22 des Rohlings 10 vorgesehen und beschränkt einen Abschnitt bzw. einen Teil der Außenumfangsfläche 22 des Rohlings 10 während eines Formens des Rohlings 10.

[0027] Die Zahnprofilform 16 weist einen Kompressions- bzw. Verdichtungsabschnitt 24 und einen Zahnprofilformabschnitt 26 auf. Der zylindrische Zahnprofilformabschnitt bzw. -bildungsabschnitt 26 ist an der Außenseite des zylindrischen Kompressions- bzw. Verdichtungsabschnitts 24 vorgesehen. Der Kompressionsabschnitt 24 ist an einer Position vorgesehen, die einem Mittenabschnitt 27 des Rohlings 10 entspricht, der sich an der radialen Mitte des Rohlings 10 befindet. Der Zahnprofilformabschnitt 26 weist auf einer unteren Seite von diesem (Seite, an der die äußere Beschränkungsform 14 und die innere Form 18 vorgesehen sind) einen Zahnprofilabschnitt 28 auf, der in der Form eines Kegelrads ausgebildet ist. Daher, wie später beschrieben wird, bildet der Zahnprofilformabschnitt 26 den Kegelradabschnitt 11 an einem äußeren Abschnitt 43 des Rohlings 10 aus (siehe Fig. 9).

[0028] Wie in Fig. 2 gezeigt ist, weist der Zahnprofilformabschnitt 26 einen Materialspielraumabschnitt 32 an der inneren Seite des Zahnprofilabschnitts 28 auf, d. h. zwischen dem Kompressionsabschnitt 24 und dem Zahnprofilabschnitt 28 (zwischen dem Zahnprofilabschnitt 28 und einer Innenumfangsfläche 30 des Zahnprofilformabschnitts 26). Der Materialspielraumabschnitt 32 drückt nach oben (in eine Richtung entgegengesetzt zu der Richtung, in der der Kompressionsabschnitt 24 eine Last auf den Rohling 10 aufbringt). Der Materialspielraumabschnitt 32 hat eine äußere Form, die in einer Konfiguration ausgebildet ist, die sich nach oben hin verjüngt. Außerdem ist der Materialspielraumabschnitt 32 ringartig in der Umfangsrichtung des Zahnprofilformabschnitts 26 entlang der Innenumfangsfläche

30 des Zahnprofilformabschnitts 26 ausgebildet. Es sei vermerkt, dass **Fig. 2** eine vergrößerte Ansicht des Materialspielraumabschnitts 32 und eines umgebenden Bereichs in **Fig. 1** ist. Der Materialspielraumabschnitt 32 ist ein Beispiel eines „vertieften Abschnitts“ der vorliegenden Erfindung.

[0029] Die innere Form 18 ist in einer zylindrischen Form ausgebildet und weist an einer oberen Seite von dieser (Seite, auf der die Zahnprofilform 16 vorgesehen ist) einen Vorsprungsabschnitt bzw. einen vorspringenden Abschnitt 36 an einer Endfläche 34 auf. Die innere Form 18 ist einwärts von der Innenumfangsfläche 20 der äußeren Beschränkungsform 14 vorgesehen.

Beschreibung des Herstellungsverfahrens

[0030] Als nächstes wird ein Verfahren zum Herstellen eines Differenzialritzels 12 unter Verwendung der dementsprechend konfigurierten Herstellungsvorrichtung 1 beschrieben werden.

[0031] Zuerst wird, wie in **Fig. 1** gezeigt ist, mit dem Vorsprungsabschnitt 36 der inneren Form 18, die niedriger als eine Endfläche 38 auf der oberen Seite (Seite, an der die Zahnprofilform 16 vorgesehen ist) der äußeren Beschränkungsform 14 positioniert ist, der zylindrische Rohling 10 auf dem Vorsprungsabschnitt 36 der inneren Form 18 einwärts von der Innenumfangsfläche 20 der äußeren Beschränkungsform 14 angeordnet. Als nächstes wird die Zahnprofilform 16 durch ein Anordnen des Zahnprofilformabschnitts 26 an der Endfläche 38 der äußeren Beschränkungsform 14 und ein Anordnen des Kompressions- bzw. Verdichtungsabschnitts 24 an einer Endfläche 40 auf der oberen Seite (Seite, an der die Zahnprofilform 16 vorgesehen ist) des Rohlings 10 angeordnet. Daher ist der Rohling 10 innerhalb eines Raums angeordnet, der durch die Formen eingeschlossen ist, d. h. die äußere Beschränkungsform 14, die Zahnprofilform 16 und die innere Form 18. Zu dieser Zeit ist der Rohling 10 zwischen dem Vorsprungsabschnitt 36 der inneren Form 18 und einer Endfläche 42 des Kompressionsabschnitts 24 liegend angeordnet und ein Abschnitt der Außenumfangsfläche 22 ist durch die äußere Beschränkungsform 14 beschränkt.

[0032] Als nächstes, wie in **Fig. 3** gezeigt ist, bewegen sich die äußere Beschränkungsform 14 und die Zahnprofilform 16 als eine (in Synchronität) nach unten relativ zu der inneren Form 18 (in die Richtung, in der die innere Form 18 vorgesehen ist). Zu diesem Zeitpunkt appliziert bzw. bringt der Kompressionsabschnitt 24 der Zahnprofilform 16 eine nach unten gerichtete Last auf den Mittenabschnitt 27 des Rohlings 10 auf und komprimiert bzw. drückt den Mittenabschnitt 27, wodurch das Bestandteilmaterial des Rohlings 10 in der radialen Richtung des Rohlings

10 (Links-Rechts-Richtung in **Fig. 3**) nach außen fließt. Der Bereich der Außenumfangsfläche 22 des Rohlings 10, der durch die äußere Beschränkungsform 14 beschränkt ist, wird verringert und Zähne werden folglich an dem äußeren Abschnitt 43 des Rohlings 10 ausgebildet, wodurch der Kegelzahnradabschnitt 11 ausgebildet wird.

[0033] Zu diesem Zeitpunkt, wie in **Fig. 4** gezeigt ist, fließt das Bestandteilmaterial eines Zwischenabschnitts 45 des Rohlings 10, der zwischen dem Mittenabschnitt 27 und dem äußeren Abschnitt 43 positioniert ist, in den Materialspielraumabschnitt 32, was das Bestandteilmaterial des Rohlings 10 veranlasst, nach oben hin zu fließen. Genauer gesagt veranlasst dies das Bestandteilmaterial des Rohlings 10, in eine Richtung entgegengesetzt zu der Richtung zu fließen, in der der Kompressionsabschnitt 24 der Zahnprofilform 16 eine Last auf den Mittenabschnitt 27 des Rohlings 10 aufbringt. Es sei vermerkt, dass ein Raum innerhalb des Materialspielraumabschnitts 32 übrig bleibt, und dass die Innenseite bzw. das Innere des Materialspielraumabschnitts 32 nicht vollständig mit dem Bestandteilmaterial des Rohlings gefüllt wird. Zu diesem Zeitpunkt nimmt der Rohling 10 eine Form ein, die wie in **Fig. 5** und **6** gezeigt ist.

[0034] Es sei vermerkt, dass **Fig. 3** ein strukturelles Diagramm des wesentlichen bzw. essentiellen Teils der Herstellungsvorrichtung 1 während eines Formens des Rohlings 10 ist und **Fig. 4** eine vergrößerte Ansicht des Materialspielraumabschnitts 32 und des umgebenden Bereichs in **Fig. 3** ist. **Fig. 5** ist eine Querschnittsansicht des Rohlings 10 während eines Formens und **Fig. 6** ist eine perspektivische Ansicht einer äußeren Erscheinung des Rohlings 10 während eines Formens.

[0035] In dieser Art und Weise fließt und entflieht das Bestandteilmaterial des Rohlings 10 in den Materialspielraumabschnitt 32 während eines Formens des Rohlings 10. Deshalb fließt das Bestandteilmaterial des Rohlings 10 in der Axialrichtung (aufwärts) zusätzlich zu der Radialrichtung. Entsprechend kann der Rohling 10 geformt werden, während die Formungslast, die durch die Zahnprofilform 16 auf den Rohling 10 aufgebracht wird, niedergehalten wird. Es ist daher möglich, die Last auf die Form, d. h. die äußere Beschränkungsform 14, die Zahnprofilform 16 und die innere Form 18, niederzuhalten.

[0036] Es gibt einen Raum, der innerhalb des Materialspielraumabschnitts 32 verbleibt, und das Innere des Materialspielraumabschnitts 32 wird nicht vollständig mit dem Bestandteilmaterial des Rohlings gefüllt. Deshalb, selbst während eines nachfolgenden Formens des Rohlings 10, fließt das Bestandteilmaterial 10 in der Axialrichtung zusätzlich zu der Radialrichtung. Daher, selbst während eines nachfol-

genden Formens des Rohlings 10, kann die Formungslast, die durch die Zahnprofilform 16 auf den Rohling 10 aufgebracht wird, niedergehalten werden und die Last, die auf die Formen, d. h. die äußere Beschränkungsform 14, die Zahnprofilform 16 und die innere Form 18, aufgebracht wird, kann niedergehalten werden.

[0037] Als nächstes, wie in **Fig. 7** gezeigt ist, wenn die äußere Beschränkungsform 14 und die Zahnprofilform 16 sich ferner als eine relativ zu der inneren Form 18 nach unten bewegen, wird der Rohling 10 weiter durch die Zahnprofilform 16 komprimiert. Das Bestandteilmaterial des Rohlings 10 fließt daher weiter in der Radialrichtung (Links-Rechts-Richtung in **Fig. 7**) auswärts von dem Rohling 10. Das Bestandteilmaterial des Rohlings 10 fließt dann in den Zahnprofilabschnitt 28 der Zahnprofilform 16, um ein Kegelrad an dem äußeren Abschnitt 43 des Rohlings 10 auszubilden, wodurch ein Formen des Rohlings 10 komplettiert wird. Wie in **Fig. 9** und **10** gezeigt ist, ist es daher möglich, das Differenzialritzel 12, das den Kegelradabschnitt 11 aufweist und in einer rotationssymmetrischen Form ausgebildet ist, herzustellen.

[0038] Es sei vermerkt, dass zum Komplettieren eines Formens des Rohlings 10 die äußere Beschränkungsform 14 und die Zahnprofilform 16 zu der am weitesten unten liegenden Position bewegt werden und die größte Formungslast aufgebracht wird. Wenn ein Formen des Rohlings 10 komplett bzw. vollständig ist, ist das Differenzialritzel 12 (Rohling 10) mit einem Vorsprungsabschnitt 46 ausgebildet, der von einer inneren Endfläche 44 nach oben hin vorragt (in eine Richtung entgegengesetzt zu der Richtung, in der der Kompressionsabschnitt 24 der Zahnprofilform 16 eine Last auf den Rohling 10 aufbringt).

[0039] Wie in **Fig. 8** gezeigt ist, wenn ein Formen des Rohlings 10 komplett bzw. vollständig ist, füllt das Bestandteilmaterial des Rohlings 10 nicht vollständig den Materialspielraumabschnitt 32 der Zahnprofilform 16 aus bzw. auf, und ein Raum 33 ist zwischen dem Vorsprungsabschnitt 46 (der Zwischenabschnitt 45 des Rohlings 10) und der Zahnprofilform 16 vorgesehen. Zusätzlich ist außerdem ein Raum 47 zwischen dem Kegelradabschnitt 11 und der Zahnprofilform 16 vorgesehen. Es ist demnach innerhalb der Räume 33, 47 Platz zum Fließen für das Bestandteilmaterial des Rohlings 10 übrig. Es ist deshalb möglich, die Formungslast darin zu beschränken, übermäßig groß zu werden, wenn ein Formen des Rohlings 10 vollständig bzw. komplett ist.

[0040] Wie in **Fig. 9** und **10** gezeigt ist, ist der Vorsprungsabschnitt 46 radial einwärts hinsichtlich des Kegelradabschnitts 11 ausgebildet. Deshalb ist der

Vorsprungsabschnitt 46 an einem Abschnitt ausgebildet, der ein Fügeteil (das Differenzialsonnenrad) nicht beeinträchtigt, das sich mit dem Differenzialritzel 12 verzahnt, und der Vorsprungsabschnitt 46 hat keinerlei Effekt auf die Funktionalität des Differenzialritzels 12, das in der Differenzialvorrichtung verwendet wird.

[0041] Es sei vermerkt, dass **Fig. 7** ein Strukturdiagramm bzw. Aufbaudiagramm des wesentlichen Teils der Herstellvorrichtung 1 ist, nachdem ein Formen des Rohlings 10 komplett bzw. vollständig ist, und **Fig. 8** eine vergrößerte Ansicht des Materialspielraumabschnitts 32 und des umgebenden Bereichs in **Fig. 7** ist. **Fig. 9** ist eine Querschnittsansicht des Differenzialritzels 12 und **Fig. 10** ist eine perspektivische Ansicht einer äußeren Erscheinung des Differenzialritzels 12.

[0042] Es sei vermerkt, dass ein Mittenabschnitt 48 (siehe **Fig. 9** und **10**) des Differenzialritzels 12, das wie vorangehend beschrieben hergestellt ist, einer zusätzlichen Verarbeitung, wie zum Beispiel einem Bohren in der Axialrichtung (Oben-Unten-Richtung in **Fig. 9**) unterläuft, um eine Axialbohrung darin zum Unterbringen der Antriebs- bzw. Ritzelwelle (nicht gezeigt) auszubilden.

Beschreibung von Effekten der Ausführungsform

[0043] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform füllt das Bestandteilmaterial des Rohlings 10 nicht vollständig die Form aus, wenn die maximale Formungslast in der Axialrichtung des Rohlings 10 aufgebracht ist, um eine Bildung bzw. Formierung des Kegelradabschnitts 11 zu vollenden, und die Räume 33, 47 sind zwischen dem Kegelradabschnitt 11 und der Zahnprofilform 16 und zwischen einem Vorsprungsabschnitt 46 (der Zwischenabschnitt 45 des Rohlings 10) und der Zahnprofilform 16 vorgesehen. Es ist daher innerhalb der Räume 33, 47 Platz zum Fließen für das Bestandteilmaterial des Rohlings 10 übrig. Es ist deshalb möglich, die Formungslast darin zu beschränken, wie in einem abgeschlossenen Gesenkschmieden übermäßig groß zu werden. Entsprechend, da die Last auf die Formen, d. h. die äußere Beschränkungsform 14, die Zahnprofilform 16 und die innere Form 18 niedergehalten werden kann, kann die Lebensdauer der Formen erhöht werden. Es sei vermerkt, dass ein Beispiel der Ergebnisse einer Testevaluation, eine annähernd 10%-ige Verringerung der Formungslast zeigten, was den Effekt eines Erhöehens der Lebensdauer der Form um einen Faktor von 1,2 hatte.

[0044] Die äußere Form des Materialspielraumabschnitts 32 wird in der Axialrichtung kleiner, was es für das Bestandteilmaterial des Rohlings 10 schwierig macht, zu dem Materialspielraumabschnitt 32 hin zu fließen. Als eine Konsequenz füllt der Rohling 10

nicht vollständig den Materialspielraumabschnitt 32 aus bzw. auf, wenn eine Bildung des Kegelradabschnitts 11 vollständig ist, und der Raum 33 zwischen dem Rohling 10 und der Zahnprofilform 16 kann einfacher vorgesehen werden. Es ist deshalb möglich, die Formungslast daran zu hindern, übermäßig groß zu werden, ungeachtet der Fließfähigkeit des Bestandteilmaterials des Rohlings 10. Entsprechend, da die Last auf die Formen, d. h. die äußere Beschränkungsform 14, die Zahnprofilform 16 und die innere Form 18, ungeachtet des Bestandteilmaterials des Rohlings 10 niedergehalten werden kann, kann die Lebensdauer der Formen erhöht werden.

[0045] Außerdem, da die äußere Beschränkungsform 14 und die Zahnprofilform 16 in Synchronität nach unten bewegt werden, werden Zähne von einer inneren Seite zu der äußeren Seite in der Radialrichtung des Rohlings 10 ausgebildet, während das Zahnprofil aus der Richtung erweitert wird, in der die Zahnprofilform angeordnet ist, wodurch der Kegelradabschnitt 11 an dem äußeren Abschnitt 43 des Rohlings 10 ausgebildet wird. Deshalb kann der Rohling 10 geformt werden, während zuverlässig die Räume 33, 47 zwischen dem Kegelradabschnitt 11 und der Zahnprofilform 16 bzw. zwischen dem Vorsprungsabschnitt 46 und der Zahnprofilform 16 gelassen werden.

[0046] Aufgrund der erhöhten Lebensdauer der Formen, die zur Herstellung des Differenzialritzels 12 verwendet werden, kann eine Massenproduktion des Differenzialritzels 12 bei geringeren Herstellungskosten erreicht werden.

[0047] Es sei vermerkt, dass die Ausführungsform, die vorangehend beschrieben ist, lediglich gedacht ist, um ein Beispiel darzustellen, und beschränkt die vorliegende Erfindung nicht in irgendeiner Art und Weise; wobei verschiedenartige Verbesserungen und Modifikationen offensichtlich möglich sind, ohne von dem Schutzbereich der Erfindung abzuweichen, der durch die Ansprüche definiert ist.

Beschreibung der Bezugszeichen

1	Herstellungsvorrichtung
10	Rohling
11	Kegelradabschnitt
12	Differenzialritzel
14	äußere Beschränkungsform
16	Zahnprofilform
18	innere Form
22	äußere Umfangsfläche (des Rohlings)
24	Kompressionsabschnitt
26	Zahnprofilformabschnitt

27	Mittenabschnitt (des Rohlings)
28	Zahnprofilabschnitt (des Zahnprofilformabschnitts)
32	Materialspielraumabschnitt
33	Raum
43	äußerer Abschnitt (des Rohlings)
45	Zwischenabschnitt (des Rohlings)
46	Vorsprungsabschnitt (des Differenzialritzels)
47	Raum
48	Mittenabschnitt (des Differenzialritzels)

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Zahnteils aus einem zylindrischen Rohling (10) unter Verwendung einer Form (26), wobei das Zahnteilherstellungsverfahren **dadurch gekennzeichnet** ist, dass dann, wenn ein Zahnradabschnitt (11) an einem radial äußeren Abschnitt (43) des Rohlings (10) durch ein Aufbringen einer Last nach unten in der Axialrichtung des Rohlings (10) an einem radial mittleren Abschnitt (27) des Rohlings (10) ausgebildet wird, während ein axial unterer Abschnitt einer äußeren Umfangsfläche (22) des Rohlings (10) derart beschränkt wird, dass ein Bestandteilmaterial des Rohlings (10) radial nach außen fließt, das Bestandteilmaterial des Rohlings (10) an einem Zwischenabschnitt (45) zwischen dem mittleren Abschnitt (27) und dem äußeren Abschnitt (43) zu einem Abschnitt fließt, der sich radial einwärts und axial aufwärts von dem Zahnradabschnitt (11) befindet, um einen Vorsprungsabschnitt (46) auszubilden, indem sich ein beschränkter Bereich der äußeren Umfangsfläche (22) verringert, und wenn die Last maximal ist, ein Raum (47) zwischen dem radial äußeren Abschnitt (43) des Zahnradabschnitts (11) und der Form (26) vorgesehen wird und ein Raum (33) zwischen einem axial oberen Abschnitt des Vorsprungsabschnitts (46) und einem axial aufwärts vertieften Abschnitt (32) der Form (26) vorgesehen wird.

2. Zahnteilherstellungsverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der vertiefte Abschnitt (32) der Form (26) eine äußere Form (26) aufweist, die in der Axialrichtung kleiner wird.

3. Zahnteilherstellungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Zahnprofilform (16), die den Zahnradabschnitt (11) an dem äußeren Abschnitt (43) des Rohlings (10) ausbildet, eine äußere Beschränkungsform (14), die die äußere Umfangsfläche (22) des Rohlings (10) beschränkt, und eine innere Form (26), die einwärts von der äußeren Beschränkungsform

(14) vorgesehen ist, als die Form (26) verwendet werden, und mit dem durch die Zahnprofilform (16), die äußere Beschränkungsform (14) und die innere Form (26) eingeschlossenen Rohling die Zahnprofilform (16) und die äußere Beschränkungsform (14) in Synchronität in der Axialrichtung relativ zu der inneren Form (26) bewegt werden.

4. Zahnteilherstellungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Zahnteil ein Differenzialritzels (12) ist, das in einer Differenzialvorrichtung verwendet wird.

5. Vorrichtung (1) zur Herstellung eines Zahnteils aus einem zylindrischen Rohling unter Verwendung einer Form (26), wobei die Zahnteilherstellungsvorrichtung **dadurch gekennzeichnet** ist, dass die Form (26) eine Zahnprofilform (16) als eine obere Form (26) und eine äußere Beschränkungsform (14) als eine untere Form (26) umfasst, die einen axial unteren Abschnitt einer Außenumfangsfläche des Rohlings (10) beschränkt, wobei die Zahnprofilform (16) einen Kompressionsabschnitt, der einen radial mittleren Abschnitt des Rohlings (10) komprimiert, und einen Zahnprofilbildungsabschnitt umfasst, der radial auswärts von dem Kompressionsabschnitt vorgesehen ist, wobei der Zahnprofilbildungsabschnitt einen Zahnprofilabschnitt (28), der in Form (26) eines Kegelrads ausgebildet ist, und einen vertieften Abschnitt (32) umfasst, der sich einwärts von dem Zahnprofilabschnitt (28) befindet, um axial aufwärts vertieft zu sein, und dann, wenn ein Zahnradabschnitt (11) an einem radial äußeren Abschnitt (43) des Rohlings (10) durch ein Aufbringen einer Last nach unten in einer Axialrichtung zu einem Mittenabschnitt (48) durch den Kompressionsabschnitt ausgebildet wird, während der axial untere Abschnitt einer Außenumfangsfläche des Rohlings (10) durch die äußere Beschränkungsform (14) derart beschränkt wird, dass ein Bestandteilmaterial des Rohlings (10) zu dem Zahnprofilabschnitt (28) fließt das Bestandteilmaterial des Rohlings (10) an einem Zwischenabschnitt (45) zwischen dem mittleren Abschnitt (27) und dem äußeren Abschnitt (43) zu dem vertieften Abschnitt (32) fließt, um einen Vorsprungsabschnitt (46) auszubilden, indem sich ein beschränkter Bereich der äußeren Umfangsfläche (22) verringert, und wenn die Last maximal ist, ein Raum (47) zwischen dem Zahnprofilabschnitt (28) und dem radial äußeren Abschnitt (43) des Zahnradabschnitts (11), der in dem Rohling ausgebildet ist, vorgesehen ist und ein Raum (33) zwischen dem Vorsprungsabschnitt (46) und dem vertieften Abschnitt (32) vorgesehen ist.

6. Zahnteil, das aus einem zylindrischen Rohling unter Verwendung einer Form (26) und mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3 hergestellt ist, wobei das Zahnteil **dadurch gekennzeichnet** ist, dass

dann, wenn ein Zahnradabschnitt (11) an einem radial äußeren Abschnitt (43) des Rohlings (10) durch ein Aufbringen der Last nach unten in der Axialrichtung an einem radial mittleren Abschnitt (27) des Rohlings (10) ausgebildet ist, während ein axial unterer Abschnitt einer Außenumfangsfläche des Rohlings (10) derart beschränkt ist, dass ein Bestandteilmaterial des Rohlings (10) radial nach außen fließt, das Bestandteilmaterial des Rohlings (10) an einem Zwischenabschnitt (45) zwischen dem mittleren Abschnitt (27) und dem äußeren Abschnitt (43) zu einem Abschnitt fließt, der sich radial einwärts und axial aufwärts von dem Zahnradabschnitt (11) befindet, um einen Vorsprungsabschnitt (46) auszubilden, indem sich ein beschränkter Bereich der äußeren Umfangsfläche (22) verringert; und, wenn die Last maximal ist, ein Raum (47) zwischen dem radial äußeren Abschnitt (43) des Zahnradabschnitts (11) des Rohlings (10) und der Form (26) vorgesehen ist und ein Raum (33) zwischen einem axial oberen Abschnitt des Vorsprungsabschnitts (46) des Rohlings (10) und der Form (26) vorgesehen ist, wodurch das Zahnteil hergestellt ist, wobei

der Vorsprungsabschnitt (46) ausgebildet ist, um aufwärts in der Axialrichtung radial einwärts von dem Zahnradabschnitt (11) vorzuzugan.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

FIG. 1

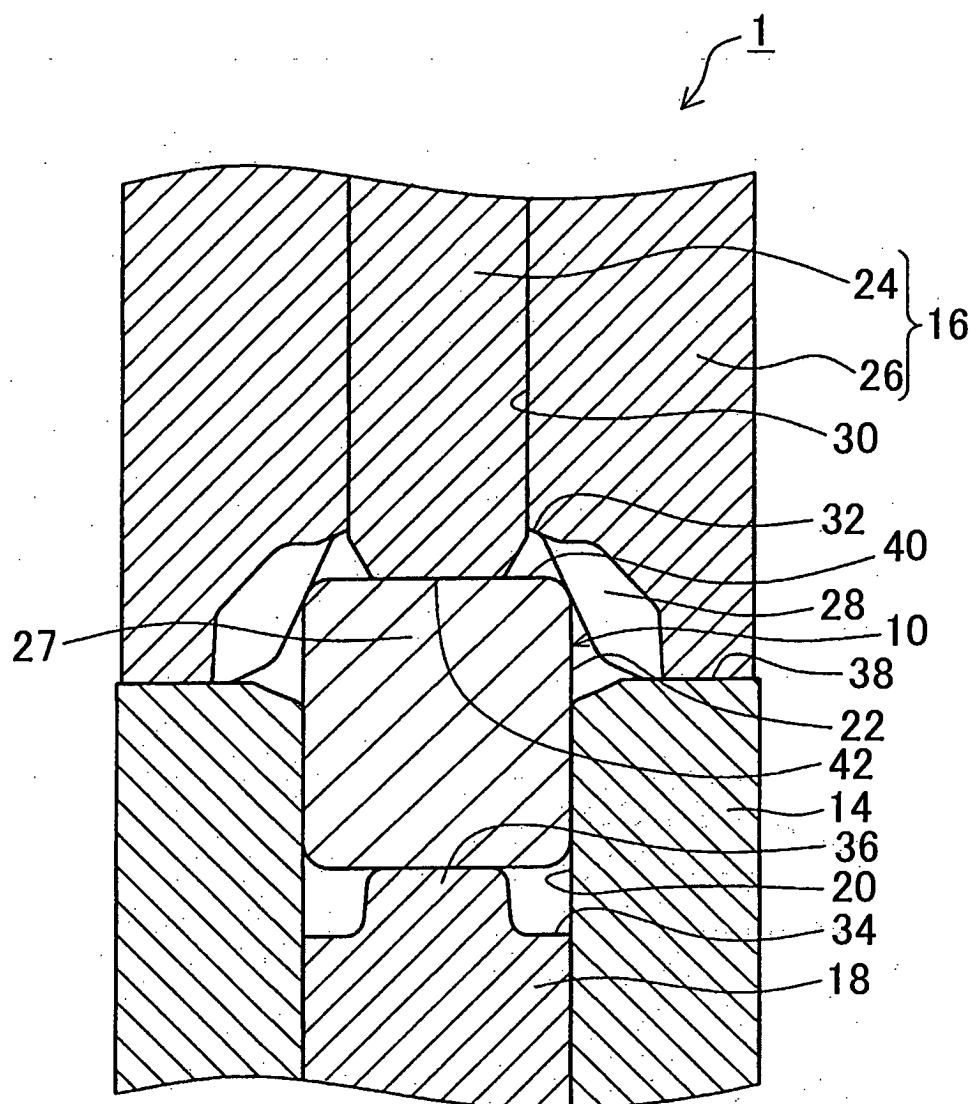


FIG. 2

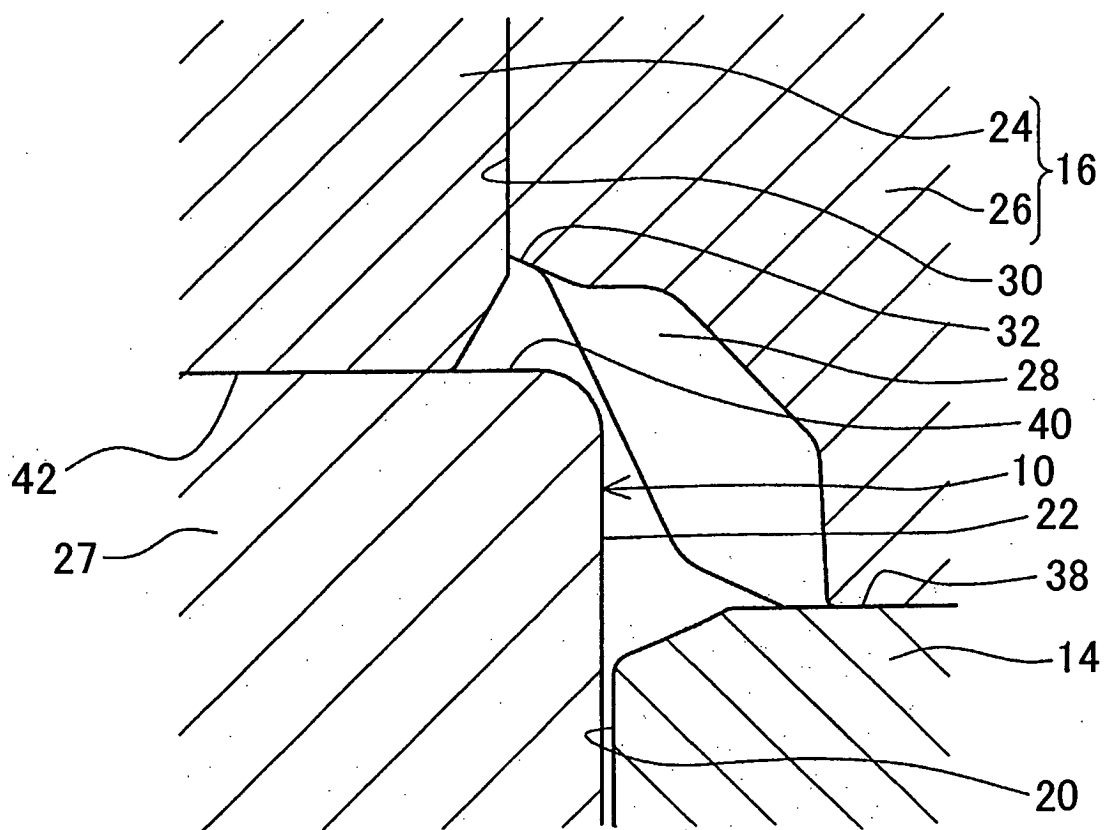


FIG. 3

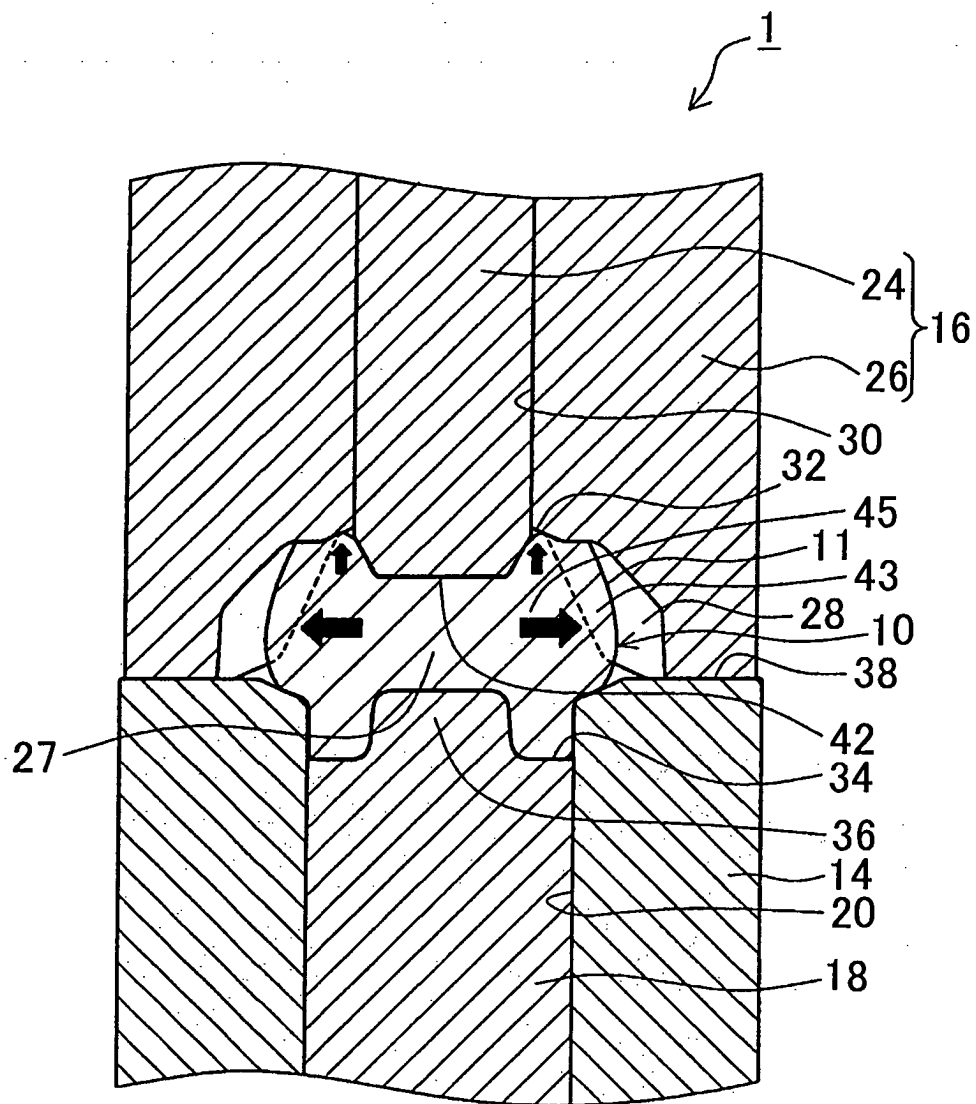


FIG. 4

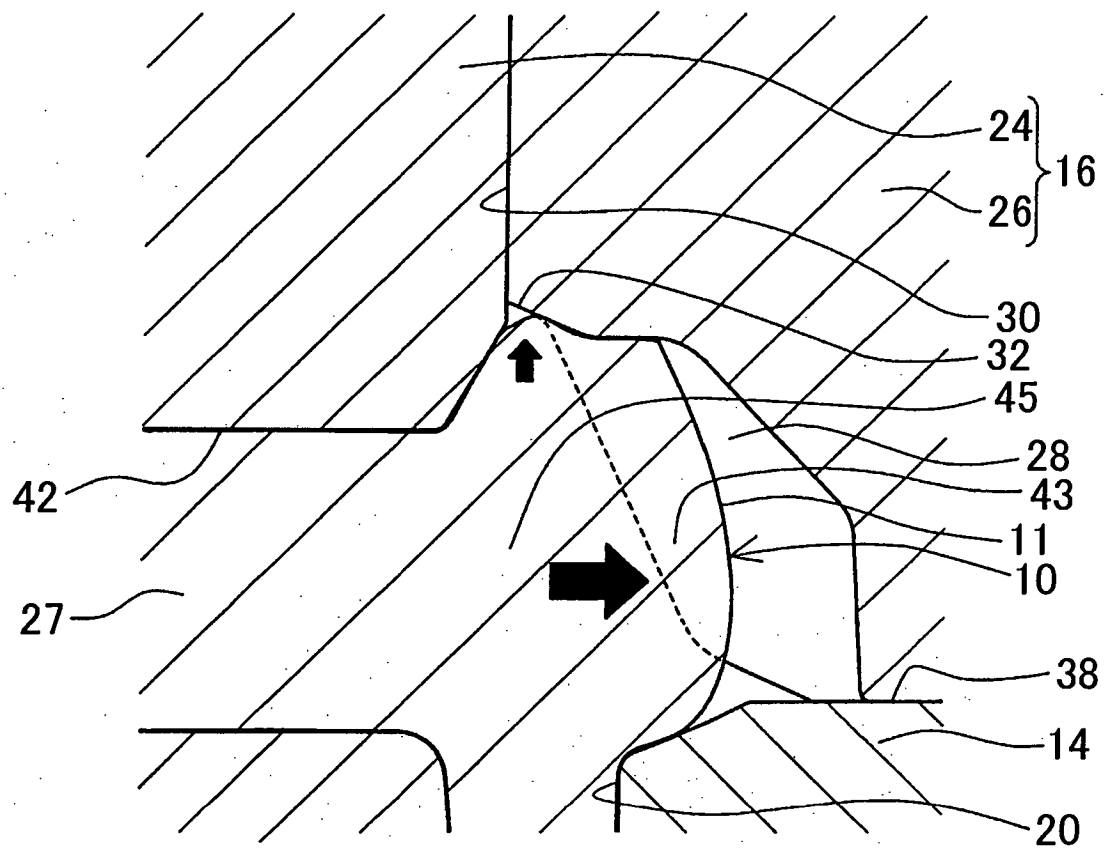


FIG. 5

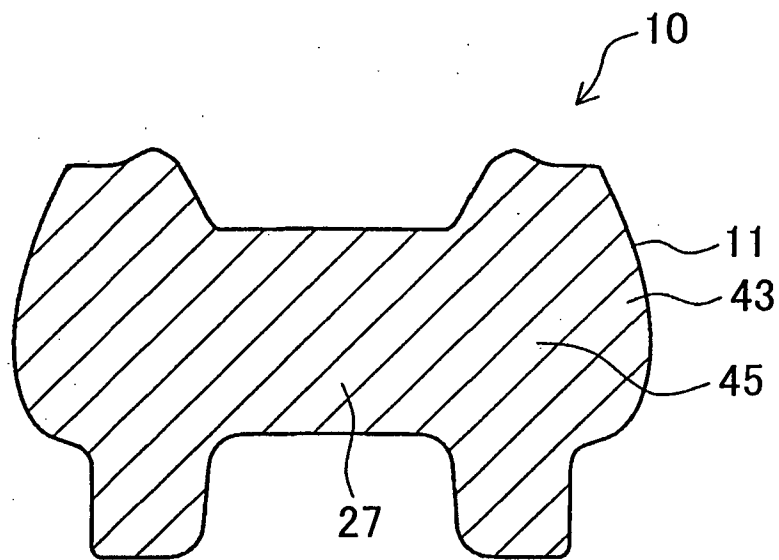


FIG. 6

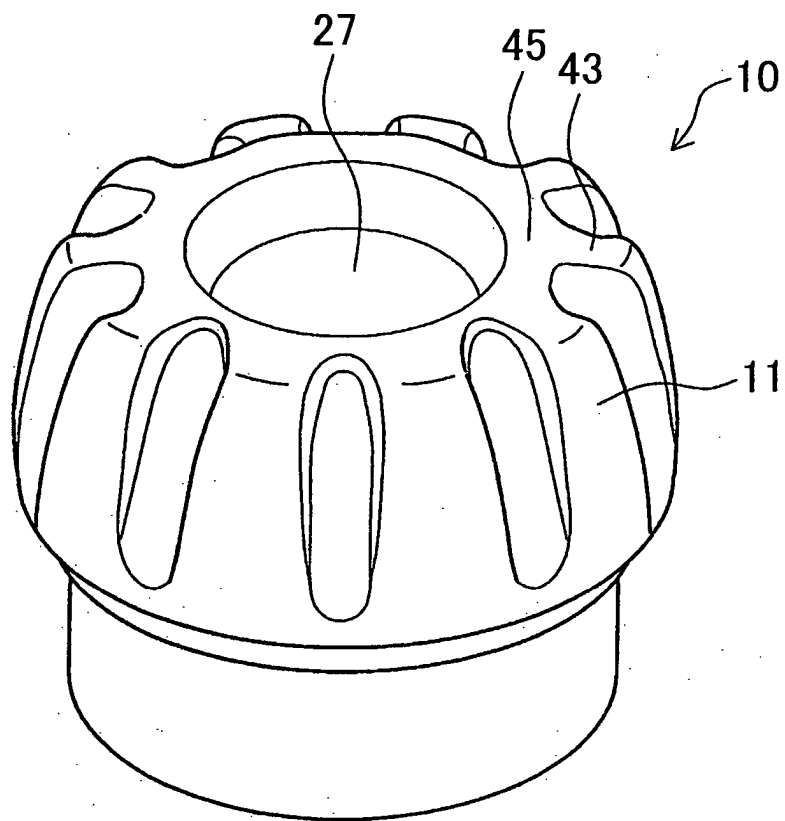


FIG. 7

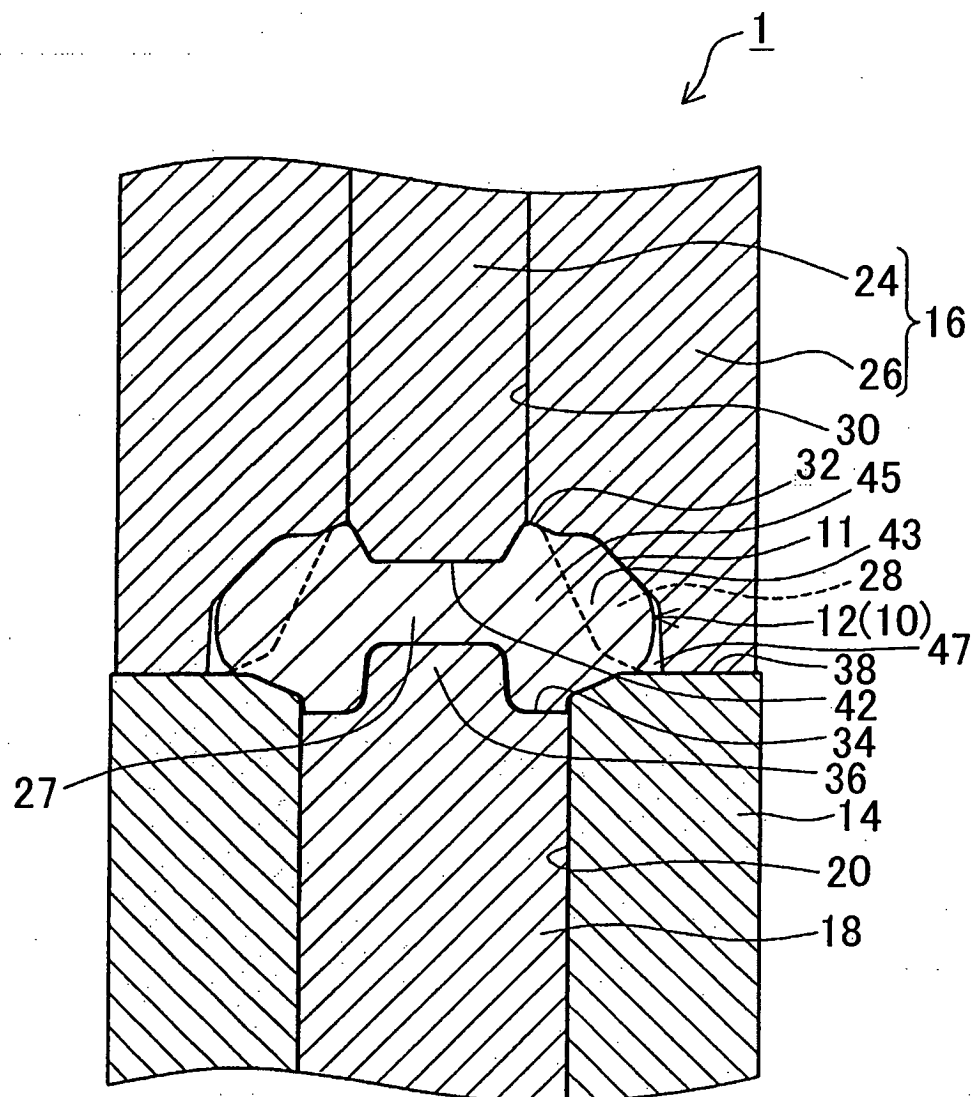


FIG. 8

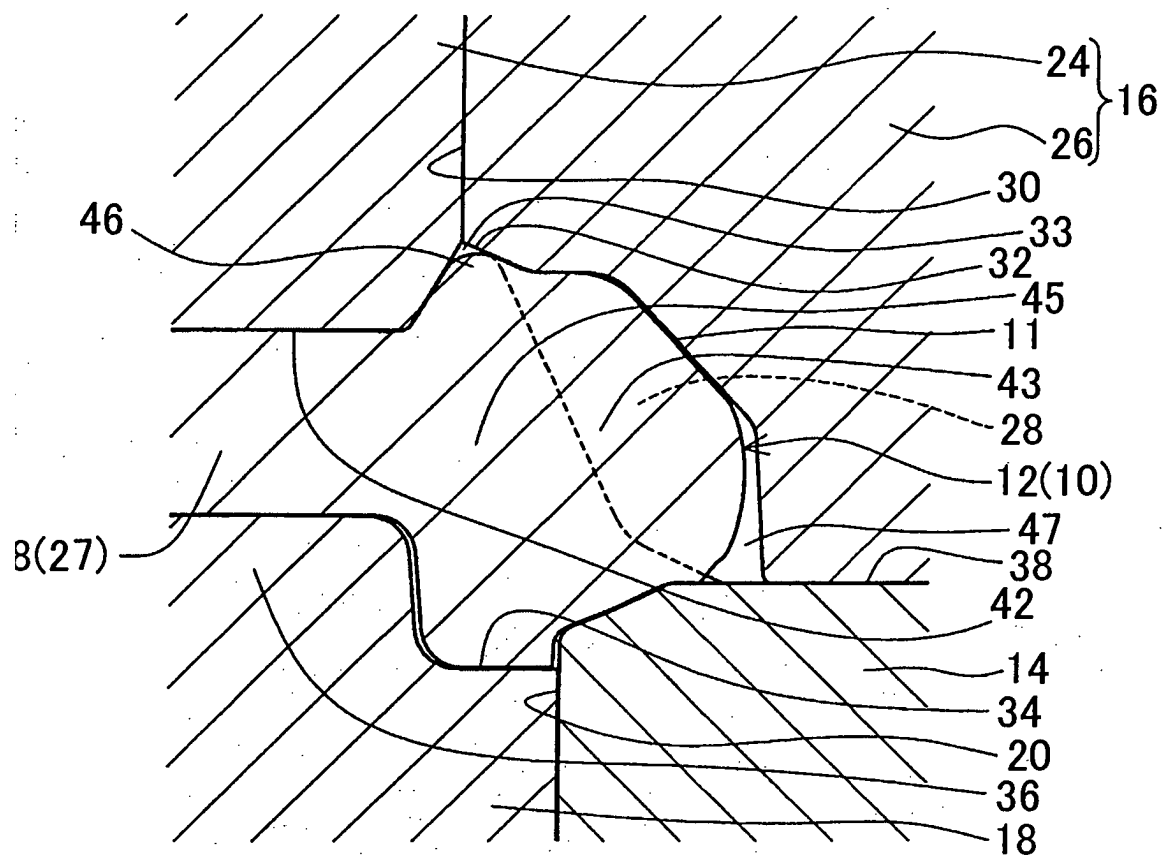


FIG. 9

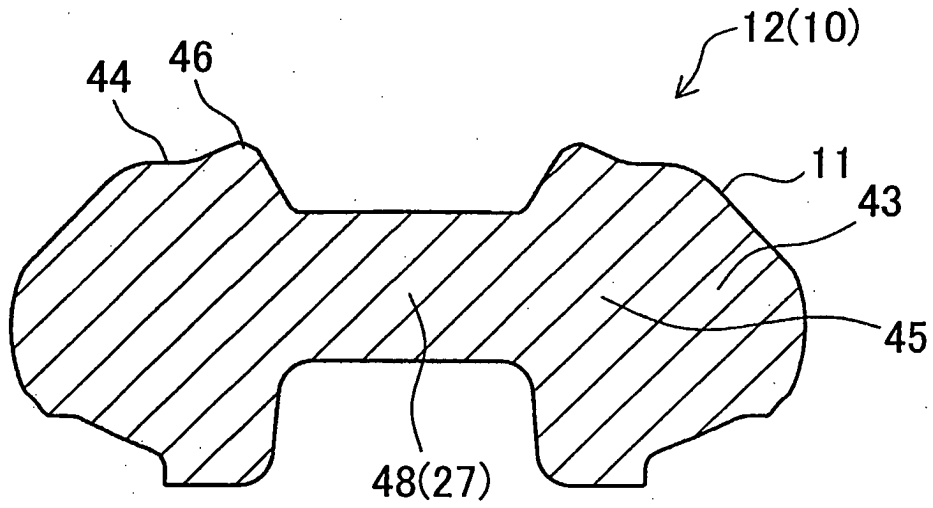


FIG. 10

