

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen kronenartigen Käfig für ein Kugellager und ein Kugellager.

Stand der Technik

[0002] Im Allgemeinen wird ein Kugellager 1, wie in **Fig. 34** gezeigt, zur Lagerung von rotierenden Elementen verschiedener rotierender Maschinen verwendet. Das Kugellager 1 umfasst einen Innenring 3 mit einer Innenringlaufbahn 2 an seiner Außenumfangsfläche, einen konzentrisch zum Innenring 3 angeordneten Außenring 5 mit einer Außenringlaufbahn 4 an seiner Innenumfangsfläche und eine Vielzahl von Kugeln 6, die so angeordnet sind, dass sie zwischen der Innenringlaufbahn 2 und der Außenringlaufbahn 4 frei rollen.

[0003] Jede Kugel 6 wird von einem Käfig 100 drehbar gehalten. Darüber hinaus sind die Außenumfangskanten eines Paares kreisringförmiger Abschirmplatten 7 und 7 jeweils an beiden Endabschnitten der Innenumfangsfläche des Außenrings 5 in axialer Richtung befestigt. Das Paar von Abschirmplatten 7 und 7 verhindert, dass im Lagerraum befindliches Schmiermittel, wie z. B. Fett, nach außen austritt und dass außen schwebender Staub in den Lagerraum eindringt. Als Dichtungsvorrichtung kann anstelle der Abschirmplatten 7 und 7 vom Nichtkontakttyp auch eine Dichtung vom Kontakttyp verwendet werden.

[0004] Der Käfig 100 ist ein kronenartiger Käfig, wie in den **Fig. 35** und **Fig. 36** gezeigt. Der Käfig 100 umfasst einen ringförmigen Hauptabschnitt 109, eine Vielzahl von Säulenabschnitten 110, die in axialer Richtung von dem Hauptabschnitt 109 in vorbestimmten Abständen in Umfangsrichtung vorstehen, und eine kugelförmige Tasche bzw. Aussparung 111, die zwischen den benachbarten Säulenabschnitten 110 ausgebildet ist und die Kugeln 6 aufnehmen kann.

[0005] Der Säulenabschnitt 110 weist ein Paar von Klauenabschnitten 112 und 112 auf, deren Spitzenendabschnitte voneinander beabstandet sind. Die beiden benachbarten Klauenabschnitte 112 und 112, die die Aussparung 111 bilden, halten die Kugel 6 fest und verhindern dadurch, dass der Käfig 100 in axialer Richtung zwischen dem Außenring 5 und dem Innenring 3 herausrutscht.

[0006] Im Übrigen müssen mit der jüngsten Elektrifizierung von Automobilen Wälzlager (insbesondere Kugellager) mit hoher Geschwindigkeit rotieren. Um eine hohe Drehzahl zu erreichen, ist es erforderlich, dass (i) die Ausdehnung des Käfigs aufgrund der Fliehkraft unterdrückt und die im unteren Abschnitt der Aussparung erzeugte Spannung reduziert wird, um einen Ermüdungsbruch zu verhindern, und (ii) die Verformung des Käfigs unterdrückt wird, um den Kontakt des Käfigs mit dem Außenring und der Dichtung zu vermeiden und Verschleiß, Vibration und Wärmeentwicklung des Käfigs zu unterdrücken.

[0007] Bei dem in den **Fig. 34** bis **Fig. 36** gezeigten Käfig 100 gemäß dem Stand der Technik besteht die Möglichkeit, dass aufgrund der Zentrifugalkraft während der Hochgeschwindigkeitsdrehung Spannungen auf den Käfig 100 einwirken und sich der Käfig 100 zur Außenseite hin verformt. In **Fig. 34** zeigen die gestrichelten Linien, wie der Käfig 100 verformt wird. In diesem Fall kommt der Käfig 100 in Kontakt mit dem Außenring 5 (siehe Teil A in **Fig. 34**) oder der Käfig 100 kommt in Kontakt mit der Abschirmplatte 7 (siehe Teil B in **Fig. 34**), und es ist zu befürchten, dass sich der Käfig 100 abnutzt, vibriert und Wärme erzeugt.

[0008] Die Patendliteratur 1 und die Patendliteratur 2 offenbaren Techniken zur Verringerung des Gewichts des Käfigs.

[0009] In der Patendliteratur 1 ist insbesondere offenbart, dass an der Endfläche des kronenartigen Käfigs gegenüber der Endfläche auf der Seite des aussparungsbildenden Abschnitts ein gedünnter Abschnitt ausgebildet ist. Dieser gedünnte Abschnitt verbessert den Links-Rechts-Massenausgleich in der axialen Richtung des kronenartigen Käfigs und reduziert das Gewicht des rückflächenseitigen Teils.

[0010] Ferner hat der in der Patendliteratur 2 beschriebene Käfig einen ringförmigen Basisabschnitt und einen axialen Abschnitt, der sich in axialer Richtung vom Basisabschnitt aus erstreckt. Der Außendurchmesser des axialen Abschnitts ist kleiner als der Außendurchmesser des Basisabschnitts. Der Basisabschnitt ist mit einem Loch ausgebildet, das mit dem vertieften Bereich des axialen Abschnitts in Verbindung steht und diesen in axialer Richtung durchdringt. Dadurch soll die Materialmenge reduziert und die Verformung in radialer Richtung, die bei der Hochgeschwindigkeitsdrehung entsteht, unterdrückt werden.

[0011] Des Weiteren ist in der Patentliteratur 3 offenbart, dass an der Bodenfläche der Rückseite der Aussparung ein Vorsprung vorgesehen ist.

[0012] Des weiteren offenbart Patentliteratur 4, dass in einem Käfig, der Kugeln eines Lagers aufnimmt, der Durchmesser des Umkreises jeder Aussparung, die den Käfig bildet, gleich oder kleiner ist als der Durchmesser des Abstandskreises einer Vielzahl von Kugeln, die in jeder Aussparung gehalten werden. Dadurch wird verhindert, dass die Spitzenendabschnitte jedes Vorsprungabschnitts, die den Käfig bilden, mit der Innenumfangsfläche des Außenrings in Berührung kommen, selbst wenn sich das Lager mit hoher Geschwindigkeit dreht, und das für den Käfig verwendete Material wird reduziert, um die Herstellungskosten zu senken.

Zitationsliste

Patentliteratur

Patentliteratur 1: JP 2008- 274 977 A

Patentliteratur 2: JP 543 6204 B

Patentliteratur 3: JP H11- 264 418 A

Patentliteratur 4: JP 2010- 156 439 A

Zusammenfassung der Erfindung

Technisches Problem

[0013] Um der Anforderung nach höheren Drehzahlen gerecht zu werden, ist es denkbar, nicht nur das Gewicht des Käfigs zu reduzieren, sondern auch das Material des Käfigs zu ändern. Als Material für den Käfig ist es wünschenswert, ein Harzmaterial zu verwenden, das beispielsweise ein Faserverstärkungsmittel enthält, das biegesteifer ist als das im Stand der Technik verwendete Polyamid 46 (PA46) oder Polyamid 66 (PA66). Wenn sich die Dichte des biegesteifen Harzmaterials nicht wesentlich ändert, kann die Verformung des Käfigs aufgrund der Zentrifugalkraft gemäß dem Verhältnis der verbesserten Steifigkeit unterdrückt werden.

[0014] Ein biegesteifes Harzmaterial, d. h. ein Material mit einem großen Biegemodul (Elastizitätsmodul) hat jedoch in vielen Fällen eine geringe Dehnung. Daher verformt es sich einerseits nur schwer während der Hochgeschwindigkeitsdrehung, aber andererseits verformt es sich auch nur schwer bei der Anordnung von Kugeln in den Aussparungen des Käfigs, wodurch sich die Lebensdauer des Käfigs (insbesondere der Abschnitte mit Klauen) verkürzen kann.

[0015] Die vorliegende Erfindung wurde in Anbetracht der zuvor erwähnten Umstände konzipiert, und es ist eine Hauptaufgabe derselben, einen kronenartigen Käfig für ein Kugellager und ein Kugellager bereitzustellen, die die im Käfig erzeugte Spannung reduzieren, wenn Kugeln in die Aussparungen des Käfigs eingesetzt werden, und die es ermöglichen, ein hochsteifes Harzmaterial zu verwenden.

[0016] Darüber hinaus ist der Öffnungsdurchmesser der Aussparung 111 des Käfigs 100 gemäß dem Stand der Technik so gestaltet, dass er schmaler ist als der Durchmesser der eingebauten Kugel. Wenn die Kugeln 6 in den Käfig 100 eingesetzt werden, werden die Kugeln 6 so eingesetzt, dass sich das Paar von Klauenabschnitten 112 des Käfigs 100 in Umfangsrichtung gleichzeitig verbreitert, und daher kann es vorkommen, dass in den Klauenabschnitten 112 des Käfigs 100 eine übermäßige Spannung erzeugt wird, wodurch sich die Lebensdauer verkürzt.

[0017] Als Gegenmaßnahme ist es denkbar, den Aussparungsöffnungsdurchmesser größer zu gestalten, so dass der Käfig 100 nicht beschädigt wird. Allerdings sollte bei dieser Konstruktion der Aussparungsöffnungsdurchmesser umso größer gewählt werden, je geringer die Dehnung des für den Käfig 100 verwendeten Materials ist. Wenn der Aussparungsöffnungsdurchmesser extrem groß ist, besteht die Möglichkeit, dass sich der Käfig 100 von den Kugeln 6 löst, wenn dieser axialen Vibrationen ausgesetzt ist.

[0018] Darüber hinaus wird für den kronenartigen Käfig im Allgemeinen Polyamid 6/6 oder Polyamid 4/6 verwendet, aber in Hochtemperaturumgebungen wird ein Material mit geringer Dehnung wie Polyphenylensulfid (PPS) oder Polyetheretherketon (PEEK) eingesetzt. In Zukunft wird es bei der Verwendung eines kronenartigen Käfigs in einer Umgebung, in der eine Hochgeschwindigkeitsdrehung auftritt, notwendig sein, die Verfor-

mung des Käfigs aufgrund der Zentrifugalkraft zu unterdrücken, und daher werden Materialien mit höherer Steifigkeit als herkömmliche Materialien, d. h. Materialien mit geringerer Dehnung, erforderlich sein.

[0019] Die vorliegende Erfindung wurde in Anbetracht der obigen Umstände konzipiert, und es ist eine zweite Aufgabe derselben, einen kronenartigen Käfig für ein Kugellager und ein Kugellager bereitzustellen, die es ermöglichen, den Käfig in die Kugel einzubauen, die in das Lager eingebaut ist, ohne den Aussparungsdurchmesser selbst für Materialien mit geringer Dehnung zu vergrößern.

[0020] Darüber hinaus werden Käfige zur Aufnahme von Kugeln verwendet, aber Käfige aus Kunstharz, insbesondere kronenartige Käfige, werden zum Zweck der Anpassung von Motorlagern an die hohen Drehzahlen, die mit der Elektrifizierung von Automobilen einhergehen, und auch zur Gewichtsreduzierung verwendet. Der kronenartige Kunststoffkäfig umfasst einen ringförmigen Hauptabschnitt, eine Vielzahl von Säulenabschnitten, die in axialer Richtung vom Hauptabschnitt in vorbestimmten Abständen in Umfangsrichtung vorstehen, und eine Aussparung, die zwischen den benachbarten Säulenabschnitten gebildet ist und die Kugeln aufnehmen kann. Ferner hat der Säulenabschnitt ein Paar von Klauenabschnitten, deren Spitzenendabschnitte voneinander beabstandet sind. Die beiden benachbarten Klauenabschnitte halten die Kugel und verhindern so, dass der Käfig in axialer Richtung zwischen dem Außenring und dem Innenring herausrutscht.

[0021] Zwischen den Spitzenendabschnitten der beiden Klauenabschnitte ist ein Zugang vorgesehen, deren Breite kürzer ist als der Durchmesser der Kugel und der in die Kugel eingeführt werden kann. Das heißt, der Durchmesser des Zuganges ist so ausgelegt, dass er schmaler ist als der Durchmesser der Kugel, die ein Einführungsziel ist. Wenn der Käfig in das Lager eingebaut wird, wird er daher in die Kugeln eingesetzt, während die Abschnitte des Käfigs in Umfangsrichtung verbreitert werden. Da zu diesem Zeitpunkt die flache Rückseite des Käfigs in Oberflächenkontakt mit der darunterliegenden Vorrichtung steht, sind die Klauenabschnitte der einzige Abschnitt des Käfigs, der verformt werden kann, und es wird eine übermäßige Spannung an der Basis des Klauenabschnitts erzeugt, wenn der Käfig in die Kugeln eingesetzt wird.

[0022] Um das obige Problem zu lösen, wird die Arbeit des Einsetzens des Käfigs durch die Begrenzung des Verbreitungsbereichs der Abschnitte der Klaue in dem Maße durchgeführt, dass die Verringerung der Lebensdauer des Käfigs unterdrückt werden kann. Gemäß dieser Methode sollte jedoch der Durchmesser des Zuganges umso größer gewählt werden, je geringer die Dehnung des für den Käfig verwendeten Harzmaterials ist. Wenn der Durchmesser des Zuganges extrem groß gewählt wird, steigt die Möglichkeit, dass sich der Käfig von der Kugel löst, wenn er axialen Schwingungen ausgesetzt ist.

[0023] Es ist somit eine dritte Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen kronenartigen Käfig für ein Kugellager und ein Kugellager, in das der Käfig reibungslos eingesetzt werden kann, bereitzustellen.

Lösung des Problems

[0024] Die zuvor erwähnten Aufgaben der vorliegenden Erfindung werden durch die folgenden Konfigurationen gelöst.

(1) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager, der aus Harz hergestellt ist, umfassend:

einen ringförmigen Hauptabschnitt;

eine Vielzahl von Säulenabschnitten, die in einer axialen Richtung von dem Hauptabschnitt in vorbestimmten Abständen in einer Umfangsrichtung vorstehen; und

eine kugelförmige Aussparung, die zwischen den benachbarten Abschnitten der Säule ausgebildet ist und eine Kugel aufnehmen kann, wobei

der Säulenabschnitt ein Paar von Klauenabschnitten, deren Spitzenendabschnitte voneinander beabstandet sind, und einen Verbindungsabschnitt, der das Paar von Klauenabschnitten verbindet, aufweist, und

eine Bodenfläche des Hauptabschnitts mit einem Abschnitt ausgebildet ist, der in axialer Richtung vorsteht.

(2) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 1, wobei

ein erster Vorsprungabschnitt, der in die axiale Richtung vorsteht, an einem radial äußeren Abschnitt der Bodenfläche des Hauptabschnitts vorgesehen ist, und

zumindest ein Teil des ersten Vorsprungabschnitts die Aussparung in Umfangsrichtung und radialer Richtung überlappt.

(3) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 1 oder 2, wobei zwischen den Spitzenendabschnitten der beiden benachbarten Klauenabschnitte, die die Aussparung bilden, ein Zugang vorgesehen ist, dessen Breite kürzer ist als der Durchmesser der Kugel und der zum Einführen der Kugel dient, ein Krümmungsradius einer kugelförmigen vertieften Fläche der Aussparung größer ist als ein Krümmungsradius einer Rollfläche der Kugel, ein Außendurchmesser D1 des Klauenabschnitts kleiner ist als ein Außendurchmesser D2 des Hauptabschnitts, eine radiale Breite t1 des Klauenabschnitts $1/2$ oder weniger einer radialen Breite t2 des Hauptabschnitts ist, und eine axiale Breite H1 von einer oberen Fläche des Verbindungsabschnitts des Säulenabschnitts zu der Bodenfläche des Hauptabschnitts $1/2$ oder weniger einer axialen Breite H2 des kronenartigen Käfigs für ein Kugellager ist.

(4) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 2, wobei der erste Vorsprungabschnitt entlang des gesamten Umfangs auf dem radial äußeren Seitenabschnitt der Bodenfläche des Hauptabschnitts vorgesehen ist.

(5) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 2 oder 4, wobei die Bodenfläche des Hauptabschnitts mit einem zweiten Vorsprungabschnitt ausgebildet ist, der in axialer Richtung vorsteht, zumindest ein Teil des zweiten Vorsprungabschnitts die Aussparung in der Umfangsrichtung und der radialen Richtung überlappt, und der erste Vorsprungabschnitt weiter von dem zweiten Vorsprungabschnitt in der axialen Richtung vorsteht.

(6) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 5, wobei ein radialer Bereich und ein Umfangsbereich, in denen der zweite Vorsprungabschnitt ausgebildet ist, im Wesentlichen dieselben sind wie ein radialer Bereich und ein Umfangsbereich, in denen eine vertiefte Oberfläche des Hauptabschnitts, der die Aussparung bildet, ausgebildet ist.

(7) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Punkte 1 bis 6, wobei der Hauptabschnitt mit einem Öffnungsabschnitt zwischen den benachbarten Aussparungen ausgebildet ist.

(8) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Punkte 1 bis 7, wobei eine axiale Breite H1 von einer oberen Fläche des Verbindungsabschnitts des Säulenabschnitts zu der Bodenfläche des Hauptabschnitts größer ist als eine axiale Breite H3 des Hauptabschnitts an einem unteren Abschnitt der Aussparung.

(9) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Punkte 1 bis 8, wobei eine radiale Breite des Klauenabschnitts von der Seite des Hauptabschnitts in Richtung der Seite des Spitzenendabschnitts des Klauenabschnitts abnimmt.

(10) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Punkte 1 bis 9, wobei der Klauenabschnitt eine erste Umfangsfläche, die die Aussparung bildet, und eine zweite Umfangsfläche, die der ersten Umfangsfläche gegenüberliegt, aufweist, und in den beiden benachbarten Klauenabschnitten, die die Aussparung bilden, ein Umfangsabstand zwischen den beiden zweiten Umfangsflächen von der Seite des Hauptabschnitts in Richtung der Seite des Spitzenendabschnitts des Klauenabschnitts abnimmt.

(11) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 1, wobei ein Aussparungsöffnungsabschnitt, der einen Aussparungsöffnungsdurchmesser, der kürzer als ein Durchmesser der Kugel ist, aufweist und dem Einführen der Kugel in Richtung der anderen axialen Seite dient, die der einen axialen Seite gegenüberliegt, zwischen den Spitzenendabschnitten der beiden benachbarten Klauenabschnitte, die die Aussparung bilden, vorgesehen ist, von den Spitzenendabschnitten des Klauenabschnitts ein Abschnitt, der den Aussparungsöffnungsabschnitt bildet und der beim Einführen der Kugel in Richtung der anderen axialen Seite zuerst berührt wird, als ein äußerster Spitzenendabschnitt definiert ist, wenn der äußerste Spitzenendabschnitt auf einer radial inneren Seite eines radial mittleren Abschnitts der Aussparung positioniert ist, die Bodenfläche des Hauptabschnitts zu der anderen axialen Seite an einem radial äußeren Seitenabschnitt des radial mittleren Abschnitts der Aussparung im Vergleich zu einem radial inneren Seitenabschnitt des radial mittleren Abschnitts der Aussparung vorsteht, und wenn der äußerste Spitzenendabschnitt auf einer radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung positioniert ist, die Bodenfläche des Hauptabschnitts zu der anderen axialen Seite an

dem radial inneren Seitenabschnitt des radial mittleren Abschnitts der Aussparung im Vergleich zu dem radial äußeren Seitenabschnitt des radial mittleren Abschnitts der Aussparung vorsteht.

(12) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 11, wobei der äußerste Spitzenendabschnitt des Klauenabschnitts sich flach in der radialen Richtung erstreckt, und

der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt des Klauenabschnitts auf der radial inneren Seite oder der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

(13) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 12, wobei

der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt des Klauenabschnitts an der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist,

ein Vorsprungsabschnitt, der zu der anderen axialen Seite vorsteht, an der Bodenfläche des Hauptabschnitts vorgesehen ist, und

der gesamte Vorsprungsabschnitt auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

(14) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 12, wobei

der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt des Klauenabschnitts an der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist,

ein Vorsprungsabschnitt, der zu der anderen axialen Seite vorsteht, an der Bodenfläche des Hauptabschnitts vorgesehen ist, und

der gesamte Vorsprungsabschnitt auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung positioniert ist.

(15) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 12, wobei

der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt des Klauenabschnitts an der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist,

die Bodenfläche des Hauptabschnitts eine geneigte Fläche ist, die zu der anderen axialen Seite von der radial inneren Seite zu der radial äußeren Seite vorsteht, und

ein radial äußerster Abschnitt der geneigten Fläche der Bodenfläche auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

(16) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 12, wobei

der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt des Klauenabschnitts auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist,

die Bodenfläche des Hauptabschnitts eine geneigte Fläche ist, die zu der anderen axialen Seite von der radial äußeren Seite zu der radial inneren Seite vorsteht, und

ein radial innerster Abschnitt der geneigten Fläche der Bodenfläche auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

(17) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 11, wobei

da der Aussparungsöffnungsabschnitt zu der einen axialen Seite von der radial inneren Seite zu der radial äußeren Seite vorsteht, der äußerste Spitzenendabschnitt an dem radial äußersten Abschnitt des Aussparungsöffnungsabschnitts positioniert ist, und

der äußerste Spitzenendabschnitt auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung positioniert ist.

(18) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 17, wobei

die Bodenfläche des Hauptabschnitts eine geneigte Fläche ist, die zur anderen axialen Seite von der radial äußeren Seite zur radial inneren Seite vorsteht, und

der radial innerste Abschnitt der geneigten Fläche der Bodenfläche auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

(19) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 17, wobei

an der Bodenfläche des Hauptabschnitts ein Vorsprungsabschnitt vorgesehen ist, der zu der anderen axialen Seite hin vorsteht, und

der gesamte Vorsprungsabschnitt an der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

(20) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 11, wobei

da der Aussparungsöffnungsabschnitt zu der einen axialen Seite von der radial äußeren Seite zu der radial inneren Seite vorsteht, der äußerste Spitzenendabschnitt an dem radial innersten Abschnitt des Aussparungsöffnungsabschnitts positioniert ist, und

der äußerste Spitzenendabschnitt auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung positioniert ist.

(21) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 20, wobei die Bodenfläche des Hauptabschnitts eine geneigte Fläche ist, die auf der anderen axialen Seite von der radial inneren Seite zur radial äußeren Seite vorsteht, und der radial äußerste Abschnitt der geneigten Fläche der Bodenfläche auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

(22) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 20, wobei an der Bodenfläche des Hauptabschnitts ein Vorsprungabschnitt ausgebildet ist, der zu der anderen axialen Seite hin vorsteht, und der gesamte Vorsprungabschnitt an der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

(23) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Punkte 13, 14, 19 und 22, wobei zumindest ein Teil des Vorsprungabschnitts die Aussparung in der Umfangsrichtung und der radialen Richtung überlappt.

(24) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 23, wobei der Vorsprungabschnitt entlang des gesamten Umfangs an der Bodenfläche des Hauptabschnitts vorgesehen ist.

(25) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 1, der aus Harz hergestellt ist, wobei ein Zugang mit einer Breite, die kürzer ist als der Durchmesser der Kugel, und zum Einführen der Kugel zwischen den Spitzenendabschnitten der beiden benachbarten Klauenabschnitte ausgebildet ist, wobei die Aussparung dazwischen angeordnet ist, und mindestens ein Vorsprungabschnitt so ausgebildet ist, dass er in der axialen Richtung von der Bodenfläche des Hauptabschnitts an einer Position vorsteht, die der Aussparung in der Umfangsrichtung entspricht.

(26) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 25, wobei die Bodenfläche einem anderen zugewandten Element zugewandt ist, wenn der kronenartige Käfig für ein Kugellager verwendet wird, und eine Vorsprunghöhe des Vorsprungabschnitts in der axialen Richtung kleiner ist als ein axialer Abstand von der Bodenfläche zu dem anderen zugewandten Element.

(27) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 25 oder 26, wobei der Vorsprungabschnitt an einer Position auf einer Mittellinie der Aussparung in der Umfangsrichtung ausgebildet ist.

(28) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 25 oder 26, wobei eine Vielzahl der Vorsprungabschnitte symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie an Positionen ausgebildet ist, die von der Position auf der Mittellinie der Aussparung in der Umfangsrichtung abweichen.

(29) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Punkte 25 bis 28, wobei die Bodenfläche einem anderen zugewandten Element zugewandt ist, wenn der kronenartige Käfig für ein Kugellager verwendet wird, zwei Bodenflächen-Zwischenpositionen P2 der Bodenfläche, die auf einer Zwischenposition zwischen jeder der beiden anderen Aussparungen positioniert sind, an die die Aussparung in der Umfangsrichtung angrenzt, und eine Mittelposition P3 des zugewandten Elements, die auf der Mittellinie der Aussparung in der Umfangsrichtung des anderen zugewandten Elements positioniert ist, definiert sind, und ein Spitzenendabschnitt des Vorsprungabschnitts in einem Gebiet positioniert ist, das von einem Liniensegment P2-P2 und zwei Liniensegmenten P2-P3 in der Umfangsrichtung umgeben ist.

(30) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Punkte 25 bis 29, wobei der Vorsprungabschnitt in einem Gebiet der Breite des Zuganges in der Umfangsrichtung ausgebildet ist.

(31) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 1, der aus Harz hergestellt ist, wobei ein Zugang mit einer Breite, die kürzer als der Durchmesser der Kugel ist, und zum Einführen der Kugel zwischen den Spitzenendabschnitten der beiden benachbarten Klauenabschnitte ausgebildet ist, wobei die Aussparung dazwischen angeordnet ist, und mindestens zwei in axialer Richtung geneigte Flächen an der Bodenfläche des Hauptabschnitts ausgebildet sind und sich die beiden geneigten Flächen zur Bildung eines oberen Abschnitts schneiden.

(32) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 31, wobei die Bodenfläche einem anderen zugewandten Element zugewandt ist, wenn der kronenartige Käfig für ein Kugellager verwendet wird,

die geneigte Fläche zwischen dem oberen Abschnitt und einem in axialer Richtung am weitesten vom oberen Abschnitt entfernten unteren Abschnitt definiert ist, und eine Neigungshöhe der geneigten Fläche in der axialen Richtung kleiner ist als ein axialer Abstand von dem unteren Abschnitt zu dem anderen zugewandten Element.

(33) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Punkt 31 oder 32, wobei der obere Abschnitt an einer Position auf einer Mittellinie der Aussparung in der Umfangsrichtung ausgebildet ist.

(34) Kronenartige Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Punkte 31 bis 33, wobei die Bodenfläche einem anderen zugewandten Element zugewandt ist, wenn der kronenartige Käfig für ein Kugellager verwendet wird, zwei Bodenflächen-Zwischenpositionen P2 der Bodenfläche, die auf einer Zwischenposition zwischen jeder der beiden anderen Aussparungen positioniert sind, an die die Aussparung in der Umfangsrichtung angrenzt, und eine Mittelposition P3 des zugewandten Elements, die auf der Mittellinie der Aussparung in der Umfangsrichtung des anderen zugewandten Elements positioniert ist, definiert sind, und die beiden geneigten Flächen in einem Gebiet positioniert sind, das von einem Liniensegment P2-P2 und zwei Liniensegmenten P2-P3 in der Umfangsrichtung umgeben ist.

(35) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Punkte 1 bis 34, der aus thermoplastischem Kunststoff gebildet ist.

(36) Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Punkte 1 bis 34, der aus einem thermoplastischen Kunststoff, dem ein faserverstärktes Material zugesetzt ist, gebildet ist.

(37) Kronenartige Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Punkte 1 bis 34, der aus einer Harzzusammensetzung, die Polyamid 9T und ein faserverstärktes Material enthält, gebildet ist.

(38) Kronenartige Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Punkte 1 bis 34, der aus einer Harzzusammensetzung, die Polyamid 10T und ein faserverstärktes Material enthält, gebildet ist.

(39) Kugellager, umfassend:

einen Außenring;

einen Innenring;

eine Vielzahl von Kugeln, die zwischen dem Außenring und dem Innenring angeordnet sind; und

den kronenartigen Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Punkte 1 bis 38.

Vorteilhafte Wirkungen der Erfindung

[0025] Mit dem kronenartigen Käfig für ein Kugellager und dem Kugellager der vorliegenden Erfindung ist es möglich, die in dem Käfig erzeugte Spannung zu reduzieren, wenn die Kugeln in die Aussparungen des Käfigs eingesetzt werden, und somit ist es möglich, ein hochsteifes Harzmaterial zu verwenden, das in der Vergangenheit für den Käfig schwer zu verwenden war.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Fig. 1 ist eine perspektivische Ansicht eines Teils eines Käfigs gemäß einer ersten Ausführungsform.

Fig. 2 ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß der ersten Ausführungsform von einer radial äußeren Seite aus gesehen.

Fig. 3 ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß der ersten Ausführungsform von der Bodenflächen-seite aus gesehen.

Fig. 4 ist eine perspektivische Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß der ersten Ausführungsform.

Fig. 6 ist eine perspektivische Ansicht eines Teils eines Käfigs gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Fig. 7 ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß der zweiten Ausführungsform von der radial äußeren Seite aus gesehen.

Fig. 8 ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß der zweiten Ausführungsform von Bodenflächen-seite aus gesehen.

- Fig. 9** ist eine perspektivische Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß der zweiten Ausführungsform.
- Fig. 10** ist eine perspektivische Ansicht eines Teils eines Käfigs gemäß einer dritten Ausführungsform.
- Fig. 11** ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß der dritten Ausführungsform von einer radial äußeren Seite aus gesehen.
- Fig. 12** ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß der dritten Ausführungsform von der Bodenflächenseite aus gesehen.
- Fig. 13** ist eine perspektivische Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß der dritten Ausführungsform.
- Fig. 14** ist eine perspektivische Ansicht eines Käfigs gemäß einer vierten Ausführungsform.
- Fig. 15** ist eine perspektivische Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß der vierten Ausführungsform.
- Fig. 16** ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß der vierten Ausführungsform von der radial äußeren Seite aus gesehen.
- Fig. 17** ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß der vierten Ausführungsform von der Bodenflächenseite aus gesehen.
- Fig. 18** ist eine perspektivische Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß der vierten Ausführungsform.
- Fig. 19** ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß der vierten Ausführungsform von der radial äußeren Seite aus gesehen.
- Fig. 20** ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie A-A von **Fig. 19**.
- Fig. 21** ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie B-B von **Fig. 19**.
- Fig. 22** ist eine perspektivische Teilquerschnittsansicht eines Teils eines Käfigs gemäß einer fünften Ausführungsform.
- Fig. 23** ist eine Ansicht eines Teils eines Käfigs gemäß einer sechsten Ausführungsform von der radial äußeren Seite aus gesehen.
- Fig. 24** ist eine perspektivische Ansicht eines Teils eines Käfigs gemäß einem Vergleichsbeispiel.
- Fig. 25** ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß dem Vergleichsbeispiel von der radial äußeren Seite aus gesehen.
- Fig. 26** ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß dem Vergleichsbeispiel von der Bodenflächenseite aus gesehen.
- Fig. 27** ist eine perspektivische Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß dem Vergleichsbeispiel.
- Fig. 28** ist eine Ansicht, die zeigt, wie eine Kugel in den Käfig eingebaut wird.
- Fig. 29** ist eine Ansicht, die zeigt, wie die Kugel in den Käfig eingebaut wird.
- Fig. 30** ist eine Ansicht eines Teils eines Käfigs gemäß einem Beispiel von der radial äußeren Seite aus gesehen.
- Fig. 31** ist eine Ansicht, die einen Zustand des Käfigs zeigt, in dem die Kugeln in der D-D-Querschnittsansicht von **Fig. 25** eingebaut sind.
- Fig. 32** ist eine Ansicht, die einen Zustand des Käfigs zeigt, wenn die Kugeln in der C-C-Querschnittsansicht von **Fig. 30** eingebaut sind.
- Fig. 33A bis Fig. 33C** sind Ansichten, die ein Gebiet der Spannungserzeugung zeigen, wenn eine Kugel in den Käfig eingebaut ist, **Fig. 33A** zeigt einen Käfig gemäß dem Stand der Technik, **Fig. 33B** zeigt einen Käfig gemäß einem Vergleichsbeispiel und **Fig. 33C** zeigt einen Käfig gemäß einem Beispiel.
- Fig. 34** ist eine Querschnittsansicht eines Kugellagers gemäß dem Stand der Technik.
- Fig. 35** ist eine Ansicht eines Teils eines Käfigs gemäß dem Stand der Technik von der radial äußeren Seite aus gesehen.

Fig. 36 ist eine perspektivische Ansicht des Käfigs gemäß dem Stand der Technik.

Fig. 37 ist eine Ansicht, die zeigt, wie der Käfig mit Hilfe einer Vorrichtung in das Kugellager eingebaut wird.

Fig. 38 ist eine Ansicht, die zeigt, wie der Käfig in das Kugellager eingebaut wird.

Fig. 39 ist eine perspektivische Ansicht eines Teils eines Käfigs gemäß einem Vergleichsbeispiel.

Fig. 40 ist eine Ansicht entlang der Linie E-E von **Fig. 39**.

Fig. 41 ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß der vierten Ausführungsform von der radial äußeren Seite aus gesehen.

Fig. 42 ist eine Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß der vierten Ausführungsform von der Umfangsrichtung aus gesehen.

Fig. 43 ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß der vierten Ausführungsform von der Oberseite aus gesehen.

Fig. 44 ist eine Ansicht, die den Käfig gemäß der vierten Ausführungsform vor und nach dem Einbau von Kugeln zeigt.

Fig. 45 ist eine Ansicht, die den Käfig gemäß der vierten Ausführungsform vor und nach dem Einbau der Kugeln zeigt.

Fig. 46 ist eine Ansicht eines Teils eines Käfigs gemäß einem Vergleichsbeispiel von der radial äußeren Seite aus gesehen.

Fig. 47 ist eine Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß dem Vergleichsbeispiel von der Umfangsrichtung aus gesehen.

Fig. 48 ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß dem Vergleichsbeispiel von der Oberflächenseite aus gesehen.

Fig. 49 ist eine Ansicht eines Teils eines Käfigs gemäß dem Vergleichsbeispiel von der radial inneren Seite aus gesehen.

Fig. 50 ist eine Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß dem Vergleichsbeispiel von der Umfangsrichtung aus gesehen.

Fig. 51 ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß dem Vergleichsbeispiel von der Oberflächenseite aus gesehen.

Fig. 52 ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß der vierten Ausführungsform von der radial inneren Seite aus gesehen.

Fig. 53 ist eine Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß der vierten Ausführungsform von der Umfangsrichtung aus gesehen.

Fig. 54 ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs gemäß der vierten Ausführungsform von der Oberseite aus gesehen.

Fig. 55 ist eine perspektivische Ansicht eines Käfigs gemäß einer siebten Ausführungsform.

Fig. 56 ist eine perspektivische Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß der siebten Ausführungsform.

Fig. 57 ist eine perspektivische Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß der siebten Ausführungsform.

Fig. 58 ist eine Ansicht, die zeigt, wie der Käfig der siebten Ausführungsform in ein Lager eingebaut wird.

Fig. 59 ist eine Ansicht, die zeigt, wie der Käfig der siebten Ausführungsform in das Lager eingebaut wird.

Fig. 60 ist eine Ansicht, die zeigt, wie der Käfig der siebten Ausführungsform in das Lager eingebaut wird.

Fig. 61 ist eine Ansicht, die zeigt, wie der Käfig der siebten Ausführungsform in das Lager eingebaut wird.

Fig. 62A zeigt den Käfig der siebten Ausführungsform, und **Fig. 62B** und **Fig. 62C** zeigen die in dem Käfig erzeugte Spannung, wenn der Käfig der siebten Ausführungsform in das Lager eingebaut ist. **Fig. 62B** ist eine Ansicht des Käfigs in Umfangsrichtung, und **Fig. 62C** ist eine Ansicht des Käfigs von einer axialen Seite (Oberseite) aus gesehen.

Fig. 63A zeigt einen Käfig eines Vergleichsbeispiels, und **Fig. 63B** und **Fig. 63C** zeigen die in dem Käfig erzeugte Spannung, wenn der Käfig des Vergleichsbeispiels in das Lager eingebaut wird. **Fig. 63B** ist eine Ansicht des Käfigs in Umfangsrichtung, und **Fig. 63C** ist eine Ansicht des Käfigs von einer axialen Seite (Oberseite) aus gesehen.

Fig. 64 ist eine perspektivische Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß einem Modifikationsbeispiel der siebten Ausführungsform.

Fig. 65 ist eine perspektivische Teilquerschnittsansicht eines Teils eines Käfigs gemäß einer achten Ausführungsform.

Fig. 66 ist eine perspektivische Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß einem Modifikationsbeispiel der achten Ausführungsform.

Fig. 67 ist eine perspektivische Teilquerschnittsansicht eines Teils eines Käfigs gemäß einer neunten Ausführungsform.

Fig. 68 ist eine perspektivische Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß einem Modifikationsbeispiel der neunten Ausführungsform.

Fig. 69 ist eine perspektivische Teilquerschnittsansicht eines Teils eines Käfigs gemäß einer zehnten Ausführungsform.

Fig. 70 ist eine perspektivische Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs gemäß einem Modifikationsbeispiel der zehnten Ausführungsform.

Fig. 71 ist eine perspektivische Ansicht eines kronenartigen Käfigs für ein Kugellager gemäß einer elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Fig. 72 ist eine vergrößerte Ansicht eines Hauptabschnitts des kronenartigen Käfigs für ein Kugellager aus **Fig. 71** und zeigt einen Zustand, in dem Kugeln in Kontakt mit einem Paar von Klauenabschnitten des kronenartigen Käfigs für ein Kugellager sind.

Fig. 73 ist eine vergrößerte Ansicht eines Hauptabschnitts des kronenartigen Käfigs für ein Kugellager aus **Fig. 71** und zeigt ein Verfahren zum Einsetzen der Kugel zwischen dem Paar von Abschnitten des kronenartigen Käfigs für ein Kugellager aus dem Zustand von **Fig. 71**.

Fig. 74 ist eine Seitenansicht des kronenartigen Käfigs für ein Kugellager und eines Dichtungselements, das ein zugewandtes Element gemäß der elften Ausführungsform ist.

Fig. 75 ist eine Seitenansicht eines kronenartigen Käfigs für ein Kugellager und eines Dichtungselements, das ein zugewandtes Element gemäß einer zwölften Ausführungsform ist.

Fig. 76 ist eine Seitenansicht eines kronenartigen Käfigs für ein Kugellager und eines Dichtungselements, das ein zugewandtes Element gemäß einer dreizehnten Ausführungsform ist.

Fig. 77 ist eine Seitenansicht eines kronenartigen Käfigs für ein Kugellager und eines Dichtungselements, das ein zugewandtes Element gemäß einer vierzehnten Ausführungsform ist.

Fig. 78 ist eine Seitenansicht des kronenartigen Käfigs für ein Kugellager und des Dichtungselements, das das zugewandte Element gemäß der vierzehnten Ausführungsform ist.

Fig. 79 ist eine Querschnittsansicht eines Hauptabschnitts des kronenartigen Käfigs für ein Kugellager gemäß der elften Ausführungsform.

Fig. 80 ist eine Querschnittsansicht eines Kugellagers, das den kronenartigen Käfig für ein Kugellager gemäß der elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ausweist.

Beschreibung der Ausführungsformen

[0026] Im Folgenden werden ein kronenartiger Käfig für ein Kugellager und ein Kugellager gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben.

(Erste Ausführungsform)

[0027] Wie in den **Fig. 1** bis **Fig. 5** gezeigt, kann ein kronenartiger Käfig für ein Kugellager (im Folgenden auch als „kronenartiger Käfig“ oder einfach als „Käfig“ bezeichnet) 10 der vorliegenden Ausführungsform auf ein in **Fig. 34** gezeigtes Kugellager 1 ähnlich wie ein in den **Fig. 35** und **Fig. 36** gezeigter Käfig 100 gemäß dem Stand der Technik angewendet werden.

[0028] Ein Beispiel für das Material des kronenartigen Käfigs 10 ist eine Harzzusammensetzung, die durch Zugabe von 10 bis 50 Gew.-% eines faserverstärkten Materials (z.B. Glasfaser oder Kohlenstofffaser) zu Harzen wie Polyamidharzen (z.B. Polyamid 46 und Polyamid 66), Polybutylenterephthalat, Polyphenylsulfid (PPS), Polyetheretherketon (PEEK) und Polyethernitril (PEN) erhalten wird.

[0029] Als Material des Käfigs 10 kann auch ein Harzmaterial mit einem höheren Biegemodul als Polyamid 46 oder Polyamid 66 verwendet werden.

[0030] Konkret kann der Käfig 10 aus einer Harzzusammensetzung hergestellt werden, die Polyamid 9T (PA9T) und ein faserverstärktes Material enthält. Bei dem faserverstärkten Material handelt es sich vorzugsweise um Kohlenstofffasern mit einem Faserdurchmesser von 6 µm oder mehr und 8 µm oder weniger, die der Harzzusammensetzung in einem Verhältnis von 15 Massenprozent oder mehr und 35 Massenprozent oder weniger zugesetzt werden. Als Kohlenstofffaser wird vorzugsweise eine durch Sintern von Acrylnitrilfasern gewonnene Faser auf PAN-Basis verwendet. Polyamid 9T kann erhalten werden, indem eine Kohlenstofffaser „Torayca (eingetragenes Warenzeichen) middle fiber“, hergestellt von Toray Industries, Inc. zu PA9T „Genestar (eingetragenes Warenzeichen)“, hergestellt von Kuraray Co., Ltd., hinzugefügt wird.

[0031] Der Käfig 10 kann aus einer Harzzusammensetzung hergestellt werden, die Polyamid 10T (PA10T) und ein faserverstärktes Material enthält. Bei dem faserverstärkten Material handelt es sich vorzugsweise um eine Glasfaser mit einem Faserdurchmesser von 6 µm oder mehr und 13 µm oder weniger, die in einem Verhältnis von 20 Massenprozent oder mehr und 50 Massenprozent oder weniger der Harzzusammensetzung zugesetzt wird, oder um eine Kohlenstofffaser mit einem Faserdurchmesser von 5 µm oder mehr und 9 µm oder weniger, die in einem Verhältnis von 20 Massenprozent oder mehr und 35 Massenprozent oder weniger der Harzzusammensetzung zugesetzt wird. Darüber hinaus enthält der Käfig 10 vorzugsweise Kupferjodid und/oder Kaliumjodid als Wärmestabilisator auf Jodid-Basis. Als Polyamid 10T kann „XecoT (eingetragenes Warenzeichen)“, hergestellt von Unitika Ltd. mit Glasfasern verwendet werden.

[0032] Als Verfahren zur Herstellung des Käfigs 10 werden ein Spritzgießverfahren unter Verwendung einer Form und ein Herstellungsverfahren mit einem 3D-Drucker beispielhaft beschrieben. Bei der Verwendung des Spritzgießverfahrens wird in der Matrize ein ringförmiger Hohlraum gebildet, der dem Lagerkäfig entspricht, der ein Formkörper ist, ein geschmolzenes Harzmaterial (thermoplastisches Harz) wird aus einem Harzeinspritzkanal eingespritzt, der am peripheren Randabschnitt des Hohlraums vorgesehen ist, das Harzmaterial wird abgekühlt und verfestigt sich, und dementsprechend wird der Käfig 10 hergestellt.

[0033] Der Käfig 10 der kronenartigen Art umfasst einen ringförmigen Hauptabschnitt 20, eine Vielzahl von Säulenabschnitten 30, die in axialer Richtung von einer oberen Fläche 21 des Hauptabschnitts 20 in vorbestimmten Abständen in Umfangsrichtung vorstehen, und eine kugelförmige Aussparung 40, die zwischen den benachbarten Säulenabschnitten 30 ausgebildet ist und Kugeln 6 aufnehmen kann (siehe **Fig. 34**).

[0034] Auf der oberen Fläche 21 des Hauptabschnitts 20 sind in vorbestimmten Abständen in Umfangsrichtung mehrere kugelförmige vertiefte Flächen 23 ausgebildet. Diese vertiefte Fläche 23 ist über die gesamte radiale Breite des Hauptabschnitts 20 ausgebildet und bildet die Aussparung 40.

[0035] Der Säulenabschnitt 30 ragt in axialer Richtung aus dem radial inneren Seitenabschnitt der oberen Fläche 21 des Hauptabschnitts 20 heraus. Daher liegt die obere Fläche 21 des Hauptabschnitts 20 an der radial äußeren Seite des Säulenabschnitts 30 frei. Bei dem kronenartigen Käfig 100 (siehe **Fig. 34**) gemäß dem Stand der Technik ragt ein Säulenabschnitt 110 in axialer Richtung aus der gesamten radialen Breite einer oberen Fläche eines Hauptabschnitts 109 heraus, und daher unterscheidet sich der Säulenabschnitt 30 der vorliegenden Anmeldung in dieser Hinsicht. Das heißt, in der vorliegenden Anmeldung wird eine Konfiguration angenommen, bei der ein Gebiet auf der radial äußeren Seite (Gebiet S1, das durch eine gestrichelte Linie in **Fig. 4** angezeigt ist) des Säulenabschnitts 30 (Klauenabschnitt 31) geschnitten ist.

[0036] Der Säulenabschnitt 30 weist ein Paar von Klauenabschnitten 31 und 31 und einen Verbindungsabschnitt 33 auf, der das Paar von Klauenabschnitten 31 und 31 miteinander verbindet.

[0037] Die Spitzenendabschnitte 31A und 31A des Paares von Klauenabschnitten 31 und 31 sind in Umfangsrichtung voneinander beabstandet. Darüber hinaus ist zwischen den Spitzenendabschnitten 31A und 31A der beiden benachbarten Klauenabschnitte 31 und 31, die die Aussparung 40 bilden, ein Zugang 41 vorgesehen, dessen Breite kürzer ist als der Durchmesser der Kugel 6 (siehe **Fig. 34**) und der zum Einführen der Kugel 6 dient.

[0038] Der Klauenabschnitt 31 hat eine kugelförmige erste Umfangsfläche 31 B, die die Aussparung 40 bildet, und eine zweite Umfangsfläche 31C, die der ersten Umfangsfläche 31B gegenüberliegt.

[0039] Die zweiten Umfangsflächen 31C und 31C des Paares von Klauenabschnitten 31 bzw. 31 sind gekrümmt und nahtlos mit einer oberen Fläche 33A des Verbindungsabschnitts 33 verbunden. Die obere Fläche 33A des Verbindungsabschnitts 33 entspricht einem im Wesentlichen U-förmigen Bodenflächenabschnitt, der durch das Paar der zweiten Umfangsflächen 31C und 31C gebildet wird. Die obere Fläche 33A des Verbindungsabschnitts 33 (die unteren Abschnitte des Paares der zweiten Umfangsflächen 31C und 31C) befindet sich leicht oberhalb (auf einer axialen Seite) der oberen Fläche 21 des Hauptabschnitts 20 (siehe **Fig. 4**). Daher bildet das Paar der zweiten Umfangsflächen 31C und 31C einen im Wesentlichen U-förmigen Ausnehmungsabschnitt, wobei die Bodenflächen (die obere Fläche 33A des Verbindungsabschnitts 33) relativ unterhalb (auf der anderen axialen Seite) angeordnet sind. Bei dem kronenartigen Käfig 100 aus dem Stand der Technik (siehe **Fig. 35**) ist die obere Fläche des Verbindungsabschnitts (die Bodenflächen des Paares der zweiten Umfangsflächen) deutlich oberhalb der oberen Fläche des Hauptabschnitts 109 angeordnet. Das heißt, in der vorliegenden Anwendung wird eine Konfiguration angenommen, bei der ein Gebiet zwischen den zweiten Umfangsflächen 31C und 31C des Paares von Klauenabschnitten 31 und 31 (ein Gebiet S2, das in **Fig. 2** durch gestrichelte Linien angezeigt ist) geschnitten wird.

[0040] Die ersten Umfangsflächen 31 B und 31 B der beiden benachbarten Klauenabschnitte 31 und 31 und die vertiefte Fläche 23 des Hauptabschnitts 20 bilden die Aussparung 40. Diese beiden ersten Umfangsflächen 31 B und 31B und die vertiefte Fläche 23 sind nahtlos miteinander verbunden, um die kugelförmige vertiefte Fläche der Aussparung 40 zu bilden. Der Krümmungsradius der kugelförmigen Vertiefungsfläche der Aussparung 40 ist größer als der Krümmungsradius der Rollfläche der Kugel 6 (siehe **Fig. 34**).

[0041] Da die mehreren Aussparungen 40 durch den Hauptabschnitt 20 verbunden sind, neigt der Käfig 10 dazu, zur radial äußeren Seite um den Hauptabschnitt 20 zu kippen, wenn während der Hochgeschwindigkeitsdrehung eine Zentrifugalkraft auf den Käfig 10 ausgeübt wird. Um diese Neigung bzw. dieses Kippen zu unterdrücken, werden in der vorliegenden Anwendung die Gebiete S1 und S2 wie zuvor beschrieben geschnitten.

$$F = mr\omega^2$$

wobei F die Zentrifugalkraft, m die Masse, r der Abstand von einer Drehwelle zu einem rotierenden Objekt (dem Käfig 10) und ω die Winkelgeschwindigkeit ist. Die im Käfig 10 (insbesondere im unteren Abschnitt der Aussparung 40) erzeugte Spannung σ und der Verformungsbetrag δ des Käfigs 10 sind annähernd proportional zur Zentrifugalkraft F. Wenn die axiale Breite des Kugellagers 1, der Innendurchmesser des Innenrings 3 und der Außendurchmesser des Außenrings 5 konstant sind, ist es daher notwendig, die Masse m des Käfigs 10 zu verringern, um die Spannung σ und den Verformungsbetrag δ zu reduzieren. Da der Verformungsbetrag δ des Käfigs 10 im Wesentlichen umgekehrt proportional zur Steifigkeit des Käfigs 10 ist, kann, wenn sich die Form des Käfigs 10 nicht ändert, die Steifigkeit des Käfigs 10, d.h. der Elastizitätsmodul, erhöht werden.

[0042] Wie in **Fig. 4** gezeigt, ist ein Außendurchmesser D1 des Klauenabschnitts 31 kleiner als ein Außendurchmesser D2 des Hauptabschnitts 20. Das heißt, dass eine Außenumfangsfläche 31D des Klauenabschnitts 31 (der Säulenabschnitt 30) innerhalb einer Außenumfangsfläche 25 des Hauptabschnitts 20 um $(D2 - D1)$ in radialer Richtung angeordnet ist. Darüber hinaus ist eine Innenumfangsfläche 31E des Klauenabschnitts 31 (des Säulenabschnitts 30) nahtlos mit einer Innenumfangsfläche 24 des Hauptabschnitts 20 verbunden und bildet eine Innenumfangsfläche des Käfigs 10 ohne eine Stufe. Darüber hinaus ist eine radiale Breite t1 des Klauenabschnitts 31 auf 1/2 oder weniger einer radialen Breite t2 des Hauptabschnitts 20 eingestellt. Indem $D1 < D2$ und $t1 \leq (t2/2)$ eingestellt werden, wird eine Konfiguration angenommen, bei

der das Gebiet S1 auf der radial äußeren Seite des Klauenabschnitts 31 (Säulenabschnitt 30) geschnitten wird.

[0043] Ferner wird eine axiale Breite H1 von der oberen Fläche 33A des Verbindungsabschnitts 33 des Säulenabschnitts 30 zu einer Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 auf $1/2$ oder weniger einer axialen Breite H2 des Käfigs 10 eingestellt. Indem $H1 \leq (H2/2)$ eingestellt wird, wird eine Konfiguration angenommen, bei der das Gebiet S2 auf der Rückflächenseite des Klauenabschnitts 31 (die gegenüberliegende Seite der Aussparung 40, die Seite der zweiten Umfangsfläche 31C) geschnitten wird.

[0044] Es ist zu beachten, dass, wenn die axiale Breite H1 extrem klein ist, die Möglichkeit besteht, dass die Festigkeit des Käfigs 10 abnimmt, oder die Möglichkeit besteht, dass das Harz nicht fließt und Hohlräume erzeugt werden, wenn der Käfig 10 durch Spritzgießen hergestellt wird. Die radiale Breite der einzelnen Teile des Käfigs 10 beträgt vorzugsweise 1 mm oder mehr. Daher ist die axiale Breite H1 vorzugsweise größer als eine axiale Breite H3 (siehe **Fig. 2**) des Hauptabschnitts 20 am unteren Abschnitt der Aussparung 40 ($H1 > H3$) und ist vorzugsweise größer als eine axiale Breite H4 (siehe **Fig. 4**) des Teils des Hauptabschnitts 20, in dem die Aussparung 40 (vertiefte Fläche 23) nicht ausgebildet ist ($H1 > H4$). **Fig. 5** zeigt eine Querschnittsansicht des Käfigs 10 entlang einer Ebene, die durch die unterste Fläche der vertieften Fläche 23 der Aussparung 40 verläuft. Die axiale Breite H3 ist der Abstand zwischen der untersten Fläche der vertieften Fläche 23 der Aussparung 40 und der Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20. Das heißt, die axiale Breite H3 ist die axiale Breite des Teils des Hauptabschnitts 20, der die geringste axiale Breite aufweist. Auf diese Weise erfüllt das Abmessungsverhältnis in axialer Richtung vorzugsweise die Bedingung $H3 < H4 < H1 \leq (H2/2)$.

[0045] Mit dem Käfig 10 der vorliegenden Ausführungsform kann, da $D1 < D2$, $t1 \leq (t2/2)$ und $H1 \leq (H2/2)$ erfüllt sind, das Gewicht des Käfigs 10 reduziert und die Verformung unterdrückt werden. Daher kann verhindert werden, dass der Käfig 10 mit dem Außenring 5, der Abschirmplatte 7 und dergleichen in Kontakt kommt, wodurch ein Verschleiß, Vibrationen und eine Wärmeentwicklung des Käfigs 10 unterdrückt werden können.

[0046] Um darüber hinaus die im Käfig 10 erzeugte Dehnung (Spannung) zu reduzieren, wenn der Käfig 10 in das Kugellager 1 eingebaut wird, ist die Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 des Käfigs 10 mit einem in axialer Richtung vorstehenden Abschnitt ausgebildet. Genauer gesagt ist die Bodenfläche 26 mit einem ersten Vorsprungabschnitt 28, der in die axiale Richtung vorsteht, ausgebildet.

[0047] Der erste Vorsprungabschnitt 28 ragt in der axialen Richtung (die Richtung, die der Richtung entgegengesetzt ist, in der sich der Klauenabschnitt 31 erstreckt) von dem radial äußeren Seitenabschnitt der Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 vor. Der erste Vorsprungabschnitt 28 der vorliegenden Ausführungsform ist an dem radial äußeren Seitenabschnitt der Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 über den gesamten Umfang vorgesehen. Wie in den **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt, ist eine radiale Breite $t4$ des ersten Vorsprungabschnitts 28 relativ kleiner als die radiale Breite $t2$ der Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20, wobei sich der erste Vorsprungabschnitt 28 und der Klauenabschnitt 31 in radialer Richtung nicht überlappen. Dementsprechend wird, wenn die Kugel 6 in die Aussparung 40 des Käfigs 10 eingeführt wird, der Klauenabschnitt 31 zur radial inneren Seite gekippt, und somit weitet sich der gesamte Klauenabschnitt 31, der die Aussparung 40 bildet, gleichmäßig auf, wodurch die im Käfig 10 erzeugte Dehnung (Spannung) reduziert werden kann.

[0048] Darüber hinaus gibt es in der Beschreibung einen Abschnitt, in dem der Einfachheit halber beschrieben wird, dass „die Kugeln 6 in die Aussparungen 40 des Käfigs 10 eingesetzt werden“, aber genauer gesagt, anstatt die Kugeln 6 in jede Aussparung 40 des Käfigs 10 einzusetzen, wird der Käfig 10 in das Kugellager 1 eingebaut, indem der Käfig 10 in die Vielzahl der Kugeln 6, die zwischen dem Innenring 3 und dem Außenring 5 des Kugellagers 1 angeordnet sind, eingepasst wird. Es sei darauf hingewiesen, dass die folgende Beschreibung auch „die Kugel 6 wird in die Aussparung 40 eingesetzt“, „die Kugel 6 wird in die Aussparung 40 gedrückt“ und dergleichen beschreibt, aber dies dient nur der einfacheren Beschreibung.

[0049] Es ist zu beachten, dass der erste Vorsprungabschnitt 28 nicht notwendigerweise über den gesamten Umfang der Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 vorgesehen sein muss, und zumindest ein Teil des ersten Vorsprungabschnitts 28 kann an einer Position vorgesehen sein, die die Aussparung 40 in der Umfangsrichtung und der radialen Richtung überlappt (eine Position, die die Aussparung 40 in der axialen Richtung gesehen überlappt). In diesem Fall sind die mehreren ersten Vorsprungabschnitte 28 vorzugsweise in vorbestimmten Abständen in der Umfangsrichtung an Positionen vorgesehen, die die Aussparungen 40 in der Umfangsrichtung und in der radialen Richtung überlappen (Positionen, die die Aussparungen 40 in der axia-

len Richtung gesehen überlappen). Selbst in diesem Fall, wenn die Kugel 6 in die Aussparung 40 des Käfigs 10 eingeführt wird, wird der Klauenabschnitt 31 zur radial inneren Seite gekippt, und somit weitet sich der gesamte Klauenabschnitt 31, der die Aussparung 40 bildet, gleichmäßig auf, und die im Käfig 10 erzeugte Spannung (Stress) kann reduziert werden.

(Zweite Ausführungsform)

[0050] Die Fig. 6 bis Fig. 9 offenbaren einen Käfig 10 gemäß einer zweiten Ausführungsform. Der Käfig 10 der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich von dem Käfig 10 der ersten Ausführungsform dadurch, dass in dem Hauptabschnitt 20 ein Öffnungsabschnitt 27 vorgesehen ist. Da der Rest der Konfiguration die gleiche ist wie bei der zuvor beschriebenen Ausführungsform, entfällt deren Beschreibung durch Angaben von Bezugszeichen in den Zeichnungen.

[0051] Der Öffnungsabschnitt 27 ist im Hauptabschnitt 20 zwischen den benachbarten Aussparungen 40 und 40 vorgesehen. Der Öffnungsabschnitt 27 durchdringt die Bodenfläche 26 von der oberen Fläche 21 des Hauptabschnitts 20 in axialer Richtung. Der Öffnungsabschnitt 27 befindet sich an der radial äußeren Seite des Säulenabschnitts 30 (das Paar von Klauenabschnitten 31 und 31). Das heißt, zumindest ein Teil des Öffnungsabschnitts 27 überlappt den Säulenabschnitt 30 (das Paar von Klauenabschnitten 31 und 31) in der Umfangsrichtung. Ein dargestellter Umfangswandabschnitt des Öffnungsabschnitts 27 besteht aus einer gestuften Oberfläche, einer konischen Oberfläche oder ähnlichem, aber die Form ist nicht besonders begrenzt. Es wird darauf hingewiesen, dass der Fall, in dem der Umfangswandabschnitt des Öffnungsabschnitts 27 durch eine gestufte Oberfläche, eine konische Oberfläche oder ähnliches konfiguriert ist, vorzuziehen ist, da der Käfig 10 während des Spritzgießens leicht aus der Form entfernt werden kann, verglichen mit dem Fall, in dem der Umfangswandabschnitt aus einer einfachen flachen Oberfläche gebildet ist.

[0052] Wenn eine radiale Breite t_3 (siehe Fig. 8) des Öffnungsabschnitts 27 extrem groß wird, besteht die Möglichkeit, dass die radiale Breite (z.B. eine radiale Breite t_4 des ersten Vorsprungabschnitts 28) anderer Teile des Käfigs 10 klein wird, die Festigkeit abnimmt und das Harz nicht fließt und Hohlräume erzeugt werden, wenn der Käfig 10 durch Spritzgießen hergestellt wird. Daher beträgt die Breite jedes Teils des Käfigs 10 vorzugsweise 1 mm oder mehr. Daher ist die radiale Breite t_3 des Öffnungsabschnitts 27 vorzugsweise ungefähr $(t_2/3) \leq t_3 \leq (t_2/2)$ in Bezug auf die radiale Breite t_2 des Hauptabschnitts 20.

[0053] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann durch die Ausbildung der Öffnungsabschnitte 27 das Gewicht des Käfigs 10 reduziert und eine Verformung unterdrückt werden. Daher kann verhindert werden, dass der Käfig 10 mit dem Außenring 5, der Abschirmplatte 7 und dergleichen in Kontakt kommt, und es können ein Verschleiß, Vibrationen und Wärmeentwicklungen des Käfigs 10 verhindert werden.

(Dritte Ausführungsform)

[0054] Fig. 10 bis Fig. 13 offenbaren einen Käfig 10 gemäß einer dritten Ausführungsform. Der Käfig 10 der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich von dem Käfig 10 der ersten Ausführungsform dadurch, dass die Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 mit einem zweiten Vorsprungabschnitt 29 ausgebildet ist. Da der Rest der Konfiguration die gleiche ist wie die der ersten Ausführungsform, entfällt deren Beschreibung durch Angaben von Bezugszeichen in den Zeichnungen.

[0055] Die Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 ist mit einem zweiten Vorsprungabschnitt 29 ausgebildet, der in axialer Richtung (entgegengesetzt zur Erstreckungsrichtung des Klauenabschnitts 31) vorsteht. Der zweite Vorsprungabschnitt 29 ist so vorgesehen, dass zumindest ein Teil davon die Aussparung 40 in der Umfangsrichtung und der radialen Richtung überlappt. Das heißt, die Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 weist eine Vielzahl von zweiten Vorsprungabschnitten 29 auf, die in vorgegebenen Abständen in Umfangsrichtung unterhalb der Vielzahl von Aussparungen 40 ausgebildet sind.

[0056] Der zweite Vorsprungabschnitt 29 überlappt vorzugsweise die Aussparung 40 in Umfangsrichtung und in radialer Richtung. Das heißt, der Umfangsbereich und der radiale Bereich, in dem der zweite Vorsprungabschnitt 29 vorgesehen ist, sind vorzugsweise im Wesentlichen derselbe wie der Umfangsbereich und der radiale Bereich, in dem die vertiefte Fläche 23 des Hauptabschnitts 20, der die Aussparung 40 bildet, vorgesehen ist. In diesem Fall sind eine radiale Breite t_5 und eine Umfangsbreite L_2 des zweiten Vorsprungabschnitts 29 im Wesentlichen gleich der radialen Breite der vertieften Fläche 23 des Hauptabschnitts 20 (die radiale Breite t_2 des Hauptabschnitts 20), die die Aussparung 40 bildet, und einer Umfangsbreite L_1 .

[0057] Wie in **Fig. 11** gezeigt, ist $M1 > M2$ vorzuziehen, wenn der kürzeste Abstand zwischen den Spitzenendabschnitten 29A an beiden Vorsprungabschnitten in Umfangsrichtung des zweiten Vorsprungabschnitts 29 und der vertieften Fläche 23 des Hauptabschnitts 20, die die Aussparung 40 bilden, als $M1$ definiert ist, und der kürzeste Abstand zwischen einer Spitzenendfläche (Bodenfläche) 29B des zweiten Vorsprungabschnitts 29 und der vertieften Fläche 23 als $M2$ definiert ist. Dies liegt daran, dass bei einer Verringerung des kürzesten Abstands $M1$ die in der Aussparung 40 durch die Zentrifugalkraft erzeugte Spannung an der vertieften Fläche 23 eines Abschnitts A höher ist als an der vertieften Fläche 23 eines Abschnitts B, wie in **Fig. 19** gezeigt.

[0058] Ferner ragt der erste Vorsprungabschnitt 28 der vorliegenden Ausführungsform weiter in axialer Richtung (die Richtung, die der Richtung entgegengesetzt ist, in der sich der Klauenabschnitt 31 erstreckt) von der Spitzenendfläche (Bodenfläche) 29B des zweiten Vorsprungabschnitts 29 vor. Das heißt, der erste Vorsprungabschnitt 28 erstreckt sich nicht direkt von der Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20, sondern erstreckt sich von der Spitzenendfläche (Bodenfläche) 29B des zweiten Vorsprungabschnitts 29, der auf der Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 vorgesehen ist. Es kann auch gesagt werden, dass der zweite Vorsprungabschnitt 29 zwischen dem ersten Vorsprungabschnitt 28 und der Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 vorgesehen ist.

[0059] Der erste Vorsprungabschnitt 28 ist an der radial äußeren Umfangsseite der Spitzenendfläche (Bodenfläche) 29B des zweiten Vorsprungabschnitts 29 vorgesehen. Die radiale Breite $t4$ des ersten Vorsprungabschnitts 28 ist kleiner als die radiale Breite $t5$ des zweiten Vorsprungabschnitts 29. Darüber hinaus sind die Umfangsbreite des ersten Vorsprungabschnitts 28 und die Umfangsbreite des zweiten Vorsprungabschnitts 29 im Wesentlichen gleich groß.

[0060] Je weiter der Drehpunkt vom Spitzenendabschnitt 31A des Klauenabschnitts 31 entfernt ist, desto größer ist der Bereich, in dem die Spannung erzeugt wird (die Spannung verteilt sich), und die im Klauenabschnitt 31 erzeugte Spannung nimmt ab. Da der zweite Vorsprungabschnitt 29 in der vorliegenden Ausführungsform vorgesehen ist, kann der erste Vorsprungabschnitt 28, der als Drehpunkt für die Verformung des Klauenabschnitts 31 dient, weiter vom Spitzenendabschnitt 31A des Klauenabschnitts 31 entfernt positioniert werden, wenn die Kugel 6 in den Käfig 10 eingebaut wird, und die im Klauenabschnitt 31 erzeugte Spannung kann reduziert werden.

[0061] **Fig. 33A** bis **Fig. 33C** sind Ansichten, die ein Gebiet der Spannungserzeugung zeigen, wenn eine Kugel in den Käfig eingesetzt wird, **Fig. 33A** zeigt den Käfig 100 des Stands der Technik, **Fig. 33B** zeigt den Käfig 10 des Vergleichsbeispiels und **Fig. 33C** zeigt den Käfig 10 gemäß der dritten Ausführungsform. Der Käfig 10 des Vergleichsbeispiels in **Fig. 33B** unterscheidet sich von dem Käfig 10 der dritten Ausführungsform in **Fig. 33C** dadurch, dass der zweite Vorsprungabschnitt 29 nicht mit dem ersten Vorsprungabschnitt 28 ausgebildet ist.

[0062] Wie in den **Fig. 33A** bis **Fig. 33C** gezeigt, neigen die Klauenabschnitte 112 und 31 dazu, in Umfangsrichtung breiter zu werden, wenn die Kugeln 6 in die Aussparungen 111 und 40 der Käfige 100 und 10 gedrückt werden, wobei der Teil mit geringer Steifigkeit den Drehpunkt P bildet. Das heißt, je weiter der Drehpunkt P vom Spitzenendabschnitt der Klauenabschnitte 112 und 31 entfernt ist, desto mehr verteilt sich die erzeugte Spannung, und somit nimmt der Maximalwert ab.

[0063] Im Stand der Technik von **Fig. 33A** neigt der Teil in der Nähe des Spitzenendabschnitts des Klauenabschnitts 112 dazu, sich in Richtung des Drehpunkts P zu verbreitern, und somit wird das im Klauenabschnitt 112 erzeugte Gebiet (Spannungserzeugungsgebiet D) schmaler und die Spannung nimmt zu. Andererseits ist im Vergleichsbeispiel der **Fig. 33B** der Abstand zwischen dem Spitzenendabschnitt des Klauenabschnitts 31 und dem Drehpunkt P lang, so dass sich das Gebiet der Spannungserzeugung D ausbreitet und die Spannung geringer ist als im Stand der Technik. In der dritten Ausführungsform von **Fig. 33C**, da der Abstand vom Spitzenendabschnitt 31A des Klauenabschnitts 31 zum Drehpunkt lang ist, weitet sich das Gebiet der Spannungserzeugung D weiter aus, und die Spannung wird weiter reduziert als im Vergleichsbeispiel.

(Vierte Ausführungsform)

[0064] **Fig. 14** bis **Fig. 21** offenbaren einen Käfig 10 gemäß einer vierten Ausführungsform. Der Käfig 10 der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich von dem der ersten Ausführungsform durch die Ausführungsform, bei der der Hauptabschnitt 20 mit einem Öffnungsabschnitt 27 ausgebildet ist, und durch die Aus-

führungsform, bei der die Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 mit einem zweiten Vorsprungabschnitt 29 ausgebildet ist.

[0065] Der Käfig 10 der vorliegenden Ausführungsform weist eine Konfiguration auf, in der die Konfiguration des Käfigs 10 der zweiten Ausführungsform (die Öffnungsabschnitte 27) und die Konfiguration des Käfigs 10 der dritten Ausführungsform (die zweiten Vorsprungabschnitte 29) kombiniert sind.

[0066] Der Öffnungsabschnitt 27 ist im Hauptabschnitt 20 zwischen den benachbarten Aussparungen 40 und 40 vorgesehen. Der Öffnungsabschnitt 27 durchdringt die Bodenfläche 26 von der oberen Fläche 21 des Hauptabschnitts 20 in axialer Richtung. Der Öffnungsabschnitt 27 befindet sich an der radial äußeren Seite des Säulenabschnitts 30 (das Paar von Klauenabschnitten 31 und 31). Das heißt, zumindest ein Teil des Öffnungsabschnitts 27 überlappt den Säulenabschnitt 30 (das Paar von Klauenabschnitten 31 und 31) in der Umfangsrichtung. Ein gezeigter Umfangswandabschnitt des Öffnungsabschnitts 27 besteht aus einer gestuften Oberfläche, einer konischen Oberfläche oder ähnlichem, aber die Form ist nicht besonders begrenzt.

[0067] Wenn die radiale Breite t_3 (siehe **Fig. 17**) des Öffnungsabschnitts 27 extrem groß wird, besteht die Möglichkeit, dass die radiale Breite (z. B. die radiale Breite t_4 des ersten Vorsprungabschnitts 28) anderer Teile des Käfigs 10 klein wird, die Festigkeit abnimmt und das Harz nicht fließt und Hohlräume erzeugt werden, wenn der Käfig 10 durch Spritzgießen hergestellt wird. Daher beträgt die Breite jedes Teils des Käfigs 10 vorzugsweise 1 mm oder mehr. Daher ist die radiale Breite t_3 des Öffnungsabschnitts 27 vorzugsweise ungefähr $(t_2/3) \leq t_3 \leq (t_2/2)$ in Bezug auf die radiale Breite t_2 des Hauptabschnitts 20.

[0068] Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kann durch die Ausbildung der Öffnungsabschnitte 27 das Gewicht des Käfigs 10 reduziert und eine Verformung unterdrückt werden. Daher kann verhindert werden, dass der Käfig 10 mit dem Außenring 5, der Abschirmplatte 7 und dergleichen in Kontakt kommt, und es können ein Verschleiß, Vibrationen und Wärmeentwicklungen des Käfigs 10 verhindert werden.

[0069] Die Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 ist mit einem zweiten Vorsprungabschnitt 29 ausgebildet, der in axialer Richtung vorsteht (die Richtung, die der Richtung entgegengesetzt ist, in der sich der Klauenabschnitt 31 erstreckt). Der zweite Vorsprungabschnitt 29 ist so vorgesehen, dass zumindest ein Teil davon die Aussparung 40 in der Umfangsrichtung und der radialen Richtung überlappt. Das heißt, die Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 weist eine Vielzahl von zweiten Vorsprungabschnitten 29 auf, die in vorgegebenen Abständen in Umfangsrichtung unterhalb der Vielzahl von Aussparungen 40 ausgebildet sind.

[0070] Der zweite Vorsprungabschnitt 29 überlappt vorzugsweise die Aussparung 40 in Umfangsrichtung und in radialer Richtung. Das heißt, der Umfangsbereich und der radiale Bereich, in dem der zweite Vorsprungabschnitt 29 vorgesehen ist, sind vorzugsweise im Wesentlichen derselbe wie der Umfangsbereich und der radiale Bereich, in dem die vertiefte Fläche 23 des Hauptabschnitts 20, der die Aussparung 40 bildet, vorgesehen ist. In diesem Fall sind eine radiale Breite t_5 und eine Umfangsbreite L_2 des zweiten Vorsprungabschnitts 29 im Wesentlichen gleich der radialen Breite der vertieften Fläche 23 des Hauptabschnitts 20 (die radiale Breite t_2 des Hauptabschnitts 20), die die Aussparung 40 bildet, und einer Umfangsbreite L_1 .

[0071] Wie in den **Fig. 19** bis **Fig. 21** gezeigt, ist $M_1 > M_2$ vorzuziehen, wenn der kürzeste Abstand zwischen den Spitzenendabschnitten 29A an beiden Endabschnitten in Umfangsrichtung des zweiten Vorsprungabschnitts 29 und der vertieften Fläche 23 des Hauptabschnitts 20, die die Aussparung 40 bildet, als M_1 definiert ist, und der kürzeste Abstand zwischen einer Spitzenendfläche (Bodenfläche) 29B des zweiten Vorsprungabschnitts 29 und der vertieften Fläche 23 als M_2 definiert ist. Dies liegt daran, dass bei einer Verringerung des kürzesten Abstands M_1 die in der Aussparung 40 durch die Zentrifugalkraft erzeugte Spannung an der vertieften Fläche 23 eines Abschnitts A höher ist als an der vertieften Fläche 23 eines Abschnitts B, wie in **Fig. 19** gezeigt.

[0072] Ferner ragt der erste Vorsprungabschnitt 28 der vorliegenden Ausführungsform weiter in axialer Richtung (die Richtung, die der Richtung entgegengesetzt ist, in der sich der Klauenabschnitt 31 erstreckt) von der Spitzenendfläche (Bodenfläche) 29B des zweiten Vorsprungabschnitts 29 vor. Das heißt, der erste Vorsprungabschnitt 28 erstreckt sich nicht direkt von der Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20, sondern erstreckt sich von der Spitzenendfläche (Bodenfläche) 29B des zweiten Vorsprungabschnitts 29, der auf der Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 vorgesehen ist. Es kann auch gesagt werden, dass der zweite Vorsprungabschnitt 29 zwischen dem ersten Vorsprungabschnitt 28 und der Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 vorgesehen ist.

[0073] Der erste Vorsprungabschnitt 28 ist an der radial äußeren Umfangsseite der Spitzenendfläche 29B des zweiten Vorsprungabschnitts 29 vorgesehen. Die radiale Breite t_4 des ersten Vorsprungabschnitts 28 ist kleiner als die radiale Breite t_5 des zweiten Vorsprungabschnitts 29. Darüber hinaus sind die Umfangsbreite des ersten Vorsprungabschnitts 28 und die Umfangsbreite des zweiten Vorsprungabschnitts 29 im Wesentlichen gleich groß.

[0074] Je weiter der Drehpunkt vom Spitzenendabschnitt 31A des Klauenabschnitts 31 entfernt ist, desto größer ist der Bereich, in dem die Spannung erzeugt wird (die Spannung wird verteilt), und die im Klauenabschnitt 31 erzeugte Dehnung nimmt ab. Da der zweite Vorsprungabschnitt 29 in der vorliegenden Ausführungsform vorgesehen ist, kann der erste Vorsprungabschnitt 28, der als Drehpunkt für die Verformung des Klauenabschnitts 31 dient, weiter vom Spitzenendabschnitt 31A des Klauenabschnitts 31 entfernt positioniert werden, wenn die Kugel 6 in den Käfig 10 eingebaut wird, und die im Klauenabschnitt 31 erzeugte Spannung kann reduziert werden.

(Fünfte Ausführungsform)

[0075] Fig. 22 offenbart einen Käfig 10 gemäß einer fünften Ausführungsform. Der Käfig 10 der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich von dem Käfig 10 der zuvor beschriebenen Ausführungsform durch die radiale Abmessung der Klauenabschnitte 31. Da der Rest der Konfiguration die gleiche ist wie die der vierten Ausführungsform, entfällt deren Beschreibung durch Angeben von Bezugszeichen in den Zeichnungen.

[0076] In dem Käfig 10 der vorliegenden Ausführungsform nimmt die radiale Breite des Klauenabschnitts 31 von der Seite des Hauptabschnitts 20 in Richtung der Seite des Spitzenendabschnitts 31A des Klauenabschnitts 31 ab. Das heißt, die Beziehung zwischen den radialen Breiten a_1 , a_2 und a_3 des Klauenabschnitts 31 in Fig. 22 erfüllt $a_1 < a_2 < a_3$.

[0077] Mit einer solchen Konfiguration kann die im Klauenabschnitt 31 erzeugte Spannung und Dehnung reduziert werden. Diese Konfiguration ist insbesondere dann wirksam, wenn der Spitzenendabschnitt 31A des Klauenabschnitts 31 eine Kraft von der Kugel 6 erhält. Wenn der Käfig 10 durch Spritzgießen gebildet wird, kann der Käfig 10 außerdem leicht aus der Form entfernt werden, was effektiv ist.

[0078] In der vorliegenden Ausführungsform wird ein Beispiel gezeigt, bei dem in dem Käfig 10 (mit dem zweiten Vorsprungabschnitt 29 und dem Öffnungsabschnitt 27) der vierten Ausführungsform das Verhältnis der radialen Breiten a_1 , a_2 und a_3 der Klauenabschnitte 31 so konfiguriert ist, dass $a_1 < a_2 < a_3$ erfüllt ist, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Das heißt, in den Käfigen 10 der ersten bis dritten Ausführungsform kann das Verhältnis der radialen Breiten a_1 , a_2 und a_3 der Klauenabschnitte 31 so konfiguriert sein, dass $a_1 < a_2 < a_3$ erfüllt ist.

(Sechste Ausführungsform)

[0079] Fig. 23 offenbart einen Käfig 10 gemäß einer sechsten Ausführungsform. Der Käfig 10 der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich von dem Käfig 10 der vierten Ausführungsform durch den Umfangsabstand zwischen den zweiten Umfangsflächen 31C und 31C der beiden benachbarten, die Aussparung 40 bildenden Klauenabschnitte 31 und 31. Da die übrige Konfiguration mit der zuvor beschriebenen Ausführungsform übereinstimmt, entfällt deren Beschreibung durch Angeben von Bezugszeichen in den Zeichnungen.

[0080] In dem Käfig 10 der vorliegenden Ausführungsform nimmt in den beiden benachbarten, die Aussparung 40 bildenden Klauenabschnitten 31 und 31 der Umfangsabstand zwischen den beiden zweiten Umfangsflächen 31C und 31C von der Seite des Hauptabschnitts 20 bis zum Spitzenendabschnitt 31A des Klauenabschnitts 31 ab. Das heißt, das Verhältnis der Umfangsabstände b_1 , b_2 und b_3 zwischen den zweiten Umfangsflächen 31C und 31C der beiden benachbarten Klauenabschnitte 31 und 31 in Fig. 23 erfüllt $b_1 < b_2 < b_3$.

[0081] Mit einer solchen Konfiguration können die in dem Klauenabschnitt 31 erzeugten Spannungen und Dehnungen reduziert werden. Insbesondere ist diese Konfiguration wirksam, wenn der Spitzenendabschnitt 31A des Klauenabschnitts 31 eine Kraft von der Kugel 6 erfährt. Wenn der Käfig 10 durch Spritzgießen gebildet wird, kann der Käfig 10 außerdem leicht aus der Form entfernt werden, was effektiv ist.

[0082] In der vorliegenden Ausführungsform wird ein Beispiel gezeigt, bei dem in dem Käfig 10 (mit dem zweiten Vorsprungabschnitt 29 und dem Öffnungsabschnitt 27) der vierten Ausführungsform die Beziehung der Umfangsabstände b_1 , b_2 und b_3 so konfiguriert ist, dass $b_1 < b_2 < b_3$ erfüllt ist, aber die vorliegende Erfindung ist nicht auf diese Konfiguration beschränkt. Das heißt, in den Käfigen 10 der ersten bis dritten und fünften Ausführungsform kann das Verhältnis der Umfangsabstände b_1 , b_2 und b_3 so gestaltet sein, dass $b_1 < b_2 < b_3$ erfüllt ist.

(Beispiele)

[0083] Um die Auswirkungen der vorliegenden Erfindung zu bestätigen, wurde eine Analyse mit der Finite-Elemente-Methode durchgeführt. Der zu untersuchende Käfig 10 ist ein kronenförmiger Harzkäfig, der für ein Lager mit einem Innendurchmesser von 35 mm verwendet wird. Auf der Basis des kronenartigen Harzkäfigs aus dem Stand der Technik wurde die Form auf der Grundlage der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung festgelegt. Als Beispiel wurde der Käfig 10 der in den **Fig. 14 bis Fig. 21** gezeigten vierten Ausführungsform angenommen, und als Vergleichsbeispiel wurde der in den **Fig. 24 bis Fig. 27** gezeigte Käfig 10 angenommen. Der Käfig 10 des Vergleichsbeispiels unterscheidet sich von dem Käfig 10 des Beispiels (vierte Ausführungsform) dadurch, dass der erste Vorsprungabschnitt 28 nicht vorgesehen ist. Die anderen Konfigurationen mit Ausnahme des ersten Vorsprungabschnitts 28 sind im Vergleichsbeispiel und im Ausführungsbeispiel identisch.

[0084] Hinsichtlich der Größe des Käfigs 10 des Beispiels wurde der Innendurchmesser des Käfigs 10 auf 49 mm, der maximale Außendurchmesser des Hauptabschnitts 20 auf 58 mm, die axiale Höhe des Käfigs 10 auf 10 mm einschließlich des ersten Vorsprungabschnitts 28 und die axiale Dicke H_1 des Verbindungsabschnitts 33 des Säulenabschnitts 30 auf 3 mm (im Stand der Technik etwa 7 mm, wie in **Fig. 35** und **Fig. 36** gezeigt) festgelegt. Die radiale Breite des Spitzenendabschnitts 31A des Klauenabschnitts 31 wurde auf 1,2 mm, die radiale Breite des Öffnungsabschnitts 27 des Hauptabschnitts 20 wurde auf 2 mm, die axiale Breite des zweiten Vorsprungabschnitts 29 (der Abstand von der Bodenfläche 26 des Hauptabschnitts 20 zur Spitzendfläche 29B des zweiten Vorsprungabschnitts 29) wurde auf 0,9 mm, die axiale Breite des ersten Vorsprungabschnitts 28 wurde auf 0,2 mm und die radiale Breite des ersten Vorsprungabschnitts 28 wurde auf 1,1 mm festgelegt.

[0085] Hinsichtlich der Größe des Käfigs 10 des Vergleichsbeispiels ohne die ersten Vorsprungabschnitte 28, wurde die axiale Höhe des Käfigs 10 auf 10 mm festgelegt, und die anderen Abmessungen wurden auf die gleichen wie die des Käfigs 10 des Beispiels mit den ersten Vorsprungabschnitten 28 festgelegt.

[0086] Unter der Annahme, dass der Käfig 10 des Beispiels und des Vergleichsbeispiels in das Kugellager 1 mit dem Innenring 3, dem Außenring 5 und den Kugeln 6, wie in den **Fig. 28** und **Fig. 29** gezeigt, eingesetzt wird, wurde durch Nachbilden eines Teils des Käfigs 10 und Durchführung einer Analyse des Drückens der Kugel 6 in den Käfig 10 der Maximalwert der maximalen Hauptdehnung, die in dem Klauenabschnitt 31 erzeugt wird, berechnet.

[0087] Als physikalische Eigenschaftswerte der Käfige 10 der Beispiele und Vergleichsbeispiele wurden Werte verwendet, die dem Polyamid 46 (PA46) entsprechen. Insbesondere wurde der Elastizitätsmodul der Käfige 10 der Beispiele und Vergleichsbeispiele auf 6.500 MPa und die Poisson-Zahl auf 0,4 festgelegt.

[0088] Als Ergebnis der Analyse wurde, wie in **Fig. 29** gezeigt, die Dehnung maximiert, wenn die Mitte der Kugel 6 den Spitzenendabschnitt 31A des Klauenabschnitts 31 des Käfigs 10 (den Zugang 41 der Aussparung 40) erreichte. Es ist zu erkennen, dass der Käfig 10 des Vergleichsbeispiels, wie in **Fig. 31** gezeigt, die die D-D-Querschnittsansicht von **Fig. 25** ist, gewölbte Klauenabschnitte 31 aufweist, und wie in **Fig. 32** gezeigt, die die C-C-Querschnittsansicht von **Fig. 30** ist, sind die Klauenabschnitte 31 des Käfigs 10 des Beispiels nicht gewölbt. Darüber hinaus wurde die Vergrößerung der Verformung in der gezeigten Figur auf das 10-fache eingestellt.

[0089] Aus diesem Analyseergebnis ist ersichtlich, dass die Dehnung durch die Bereitstellung des ersten Vorsprungabschnitts 28 reduziert wird. Unter der Annahme, dass die maximale Dehnung, die in den Klauenabschnitten 31 des Käfigs 10 des Vergleichsbeispiels erzeugt wurde, auf 1,0 gesetzt wurde, betrug die maximale Dehnung, die in den Klauenabschnitten 31 des Käfigs 10 des Beispiels erzeugt wurde, 0,9, was eine Verringerung von 10 % bedeutet.

(Prinzip der Unterdrückung der im Klauenabschnitt erzeugten Dehnung)

[0090] Wie zuvor beschrieben, wird bei dem Käfig 10 jeder Ausführungsform der vorliegenden Anmeldung die in den Klauenabschnitten 31 erzeugte Dehnungsspannung unterdrückt, und das Prinzip dafür wird im Folgenden detailliert beschrieben.

[0091] Wie in **Fig. 37** gezeigt, wird der Käfig 10 jeder Ausführungsform mit Hilfe einer Vorrichtung 50 in das Kugellager 1 eingebaut, in dem die Vielzahl der Kugeln 6 bereits zwischen dem Außenring 5 und dem Innenring 3 eingebaut sind. Die Vorrichtung 50 hat eine ringförmige Form. Der Innendurchmesser und der Außendurchmesser der Vorrichtung 50 sind im Wesentlichen gleich dem Innendurchmesser und dem Außendurchmesser des Käfigs 10, und der Käfig 10 kann in axialer Richtung in Richtung des Kugellagers 1 vorgespannt werden. **Fig. 38** zeigt einen Zustand, in dem der Käfig 10 in das Kugellager 1 eingebaut ist.

[0092] Als Vergleichsbeispiel soll zunächst ein in der Patentliteratur 3 (JPH11- 264 418 A) beschriebener Käfig 200 betrachtet werden. **Fig. 39** ist eine perspektivische Ansicht eines Teils des Käfigs 200 gemäß einem Vergleichsbeispiel, und **Fig. 40** ist eine Querschnittsansicht entlang der Linie E-E von **Fig. 39**.

[0093] Der Käfig 200 ist ein kronenförmiger Käfig und umfasst einen ringförmigen Hauptabschnitt 220, eine Vielzahl von Säulenabschnitten 230, die in axialer Richtung von einer oberen Fläche des Hauptabschnitts 220 in vorbestimmten Abständen in Umfangsrichtung vorstehen, und eine kugelförmige Aussparung 240, die zwischen den benachbarten Säulenabschnitten 230 und 230 ausgebildet ist und die Kugeln aufnehmen kann.

[0094] Der Säulenabschnitt 230 ragt in axialer Richtung über die gesamte radiale Breite der oberen Fläche des Hauptabschnitts 220 hinaus. Der Säulenabschnitt 230 hat ein Paar von Klauenabschnitten 231 und 231 und einen Verbindungsabschnitt 233, der das Paar von Klauenabschnitten 231 und 231 miteinander verbindet.

[0095] Die Bodenfläche des Hauptabschnitts 220 ist mit einem Vorsprungabschnitt 229 ausgebildet, der in axialer Richtung vorsteht (die Richtung, die der Richtung entgegengesetzt ist, in der sich der Klauenabschnitt 231 erstreckt). Der Vorsprungabschnitt 229 überlappt die Aussparung 240 in der Umfangsrichtung und in der radialen Richtung. Das heißt, der Umfangsbereich und der radiale Bereich, in dem der Vorsprungabschnitt 229 vorgesehen ist, sind im Wesentlichen die gleichen wie der Umfangsbereich und der radiale Bereich, in dem die Aussparung 240 vorgesehen ist. Daher entspricht der Vorsprungabschnitt 229 dem zweiten Vorsprungabschnitt 29 der jeweiligen Ausführungsform der vorliegenden Anmeldung. Zu beachten ist, dass der Käfig 200 kein Bauteil aufweist, das dem ersten Vorsprungabschnitt 28 der jeweiligen Ausführungsform der vorliegenden Anmeldung entspricht.

[0096] In **Fig. 40** ist der Außendurchmesser des Hauptabschnitts 220 mit $D2'$, der Innendurchmesser des Hauptabschnitts mit $d2'$, der Außendurchmesser des Klauenabschnitts 231 mit $D1'$ und der Innendurchmesser des Klauenabschnitts mit $d1'$ bezeichnet. Die Außendurchmesser $D2'$ und $D1'$ des Hauptabschnitts 220 und des Klauenabschnitts 231 sind gleich ($D2' = D1'$), und die Innendurchmesser $d2'$ und $d1'$ des Hauptabschnitts 220 und des Klauenabschnitts 231 sind gleich ($d2' = d1'$).

[0097] Am Beispiel des Käfigs 10 der vierten Ausführungsform, die in den **Fig. 14** bis **Fig. 21** dargestellt ist, werden dagegen die Position des Klauenabschnitts 31 und die Wirkung und Funktion des ersten Vorsprungabschnitts 28, die Merkmale der vorliegenden Erfindung sind, im Folgenden beschrieben.

[0098] **Fig. 41** bis **Fig. 43** zeigen, wie der Käfig 10 der vierten Ausführungsform mit Hilfe der Vorrichtung 50 in die Kugel 6 eingebaut wird. **Fig. 41** ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs 10 gemäß der vierten Ausführungsform von der radial äußeren Seite gesehen. **Fig. 42** ist eine Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs 10 gemäß der vierten Ausführungsform von der Umfangsrichtung gesehen. **Fig. 43** ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs 10 gemäß der vierten Ausführungsform von der Oberflächenseite gesehen. In den **Fig. 41** bis **Fig. 43** entfällt die Darstellung des Innenrings 3 und des Außenrings 5.

[0099] Die **Fig. 41** bis **Fig. 43** zeigen die Kräfte, die auf die ersten Umfangsflächen 31 B des Paares von Klauenabschnitten 31, die die Aussparung 40 bilden, wirken, wenn die Kugel 6 in die Aussparung 40 eingeführt wird. Da die Kugel 6 zwischen dem Außenring 5 und dem Innenring 3 eingefügt ist, kann sich die Kugel 6 kaum in radialer Richtung bewegen. Wenn die Kugel 6 beginnt, mit den Spitzenendabschnitten des Paares von Klauenabschnitten 31 in Kontakt zu kommen, wie in **Fig. 41** gezeigt, werden Kräfte F_1 und F_2 in der Normalenrichtung auf die ersten Umfangsflächen 31 B ausgeübt, die die Aussparung 40 des Paares von Klauen-

nabschnitten 31 bilden. **Fig. 42** und **Fig. 43** zeigen die Kräfte F_1 und F_2 , die in die Komponenten F_{z1} und F_{z2} in axialer Richtung (vertikale Richtung in **Fig. 41**) und die Komponenten F_{r1} und F_{r2} in einer Richtung senkrecht zur axialen Richtung aufgeteilt sind. Darüber hinaus zeigt **Fig. 42** nur einen der beiden Klauenabschnitte 31, so dass von den Axialkräften F_{z1} und F_{z2} nur die Komponente F_{z1} von F_1 gezeigt wird und die Komponente F_{z2} von F_2 nicht dargestellt ist.

[0100] Wie in **Fig. 42** gezeigt, wirkt die Kraftkomponente F_{z1} vom Spitzenende des Klauenabschnitts 31 in Richtung des unteren Abschnitts der Aussparung 40. Obwohl nicht dargestellt, gilt das Gleiche für die Komponente F_{z2} .

[0101] **Fig. 43** zeigt die Kraftkomponenten F_{r1} und F_{r2} in der Richtung senkrecht zur axialen Richtung der Kräfte F_1 und F_2 . Da der Kontaktabschnitt zwischen der Kugel 6 und dem Klauenabschnitt 31 einen bestimmten Bereich aufweist, wird hier angenommen, dass der Kontakt an einem Punkt als resultierende Kraft erfolgt. Die Form der ersten Umfangsfläche 31B des Klauenabschnitts 31 ist größtenteils kugelförmig, und in der Nähe des Spitzenendes des Klauenabschnitts 31 ist die Form zylindrisch. Daher hat die erste Umfangsfläche 31 B des Klauenabschnitts 31 eine bogenförmige Querschnittsform senkrecht zur axialen Richtung und ist konzentrisch mit der Mittelposition der Kugel 6. Daher ist die Richtung, in der die Kräfte F_{r1} und F_{r2} aufgebracht werden, die Normalenrichtung der ersten Umfangsfläche 31 B des Klauenabschnitts 31, und die Kräfte F_{r1} und F_{r2} gehen durch die Mittelposition der Kugel 6.

[0102] In dem Käfig 10 der vorliegenden Anmeldung sind die ersten Vorsprungabschnitte 28 auf der radial äußeren Seite und die Klauenabschnitte 31 auf der radial inneren Seite vorgesehen. Wenn daher die Kraftkomponente F_{z1} in axialer Richtung auf den Klauenabschnitt 31, wie in **Fig. 42** gezeigt, mit der Innenumfangskante des ersten Vorsprungabschnitts 28, die mit der Vorrichtung 50 in Kontakt ist, als Drehpunkt P aufgebracht wird, wirkt das Moment M in einer Richtung, die bewirkt, dass der Klauenabschnitt 31 zur Innenumfangsseite gekippt wird.

[0103] Ferner ist der Käfig 10 der vorliegenden Anmeldung aus Kunststoff hergestellt, und die axiale Dicke des Hauptabschnitts 20 ist ausreichend dünner als seine radiale Breite. Wenn die axialen Kräfte F_{z1} und F_{z2} auf den Klauenabschnitt 31 einwirken, wird der Hauptabschnitt 20 daher verschraubt, elastisch verformt und zur radial inneren Seite gekippt, wie in **Fig. 44** gezeigt. Darüber hinaus ist in **Fig. 44** der Käfig 10 nach der elastischen Verformung durch eine durchgezogene Linie und der Käfig 10 vor der elastischen Verformung durch eine gestrichelte Linie dargestellt. Wenn der Hauptabschnitt 20 zur radial inneren Seite hin gekippt ist, ist gemäß dieser Darstellung auch der Klauenabschnitt 31 zur radial inneren Seite hin gekippt.

[0104] Die radiale Breite $t1$ der Klauenabschnitte 31 des Käfigs 10 der vorliegenden Anmeldung ist gleich oder kleiner als $1/2$ der radialen Breite $t2$ des Hauptabschnitts 20 (siehe **Fig. 18**), und die Klauenabschnitte 31 sind an der radial inneren Seite eines Teilkreisdurchmessers (PCD) des Käfigs 10 angeordnet. Wenn der Klauenabschnitt 31, wie in **Fig. 45** gezeigt, zur radial inneren Seite gekippt wird, weitet sich daher ein Radius $r0$ des Zuganges der schmalsten Aussparung 40, die durch das Spitzenende des Klauenabschnitts 31 gebildet wird, ähnlich wie $r1$. Außerdem ist in **Fig. 45** der Käfig 10 nach der elastischen Verformung durch eine durchgezogene Linie und der Käfig 10 vor der elastischen Verformung durch eine gestrichelte Linie dargestellt.

[0105] Wenn sich die Kugel 6 weiter in axialer Richtung bewegt und in die Aussparung 40 eingeführt wird, wird die Kugel 6 zwischen dem Außenring 5 und dem Innenring 3 eingeschlossen, und somit kann sich die Kugel 6 kaum in radialer Richtung bewegen. Da sich der Radius des Zuganges der Aussparung 40 auf $r1$ erweitert, ist der Betrag, um den der Klauenabschnitt 31 durch die Kraftkomponenten F_{r1} und F_{r2} (siehe **Fig. 43**) in der Richtung senkrecht zur axialen Richtung geschoben wird und sich in der radialen Richtung aufweitet, gering, und somit werden die im Klauenabschnitt 31 erzeugten Dehnungen und Spannungen reduziert.

[0106] Als nächstes wird der Fall betrachtet, bei dem der Käfig 200 der in den **Fig. 39** und **Fig. 40** gezeigten Vergleichsbeispiele in ein Kugellager eingebaut wird.

[0107] **Fig. 46** bis **Fig. 48** zeigen, wie der Käfig 200 des Vergleichsbeispiels in die Kugel 6 eingebaut wird. **Fig. 46** ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs 200 gemäß dem Vergleichsbeispiel von der radial äußeren Seite gesehen. **Fig. 47** ist eine Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs 200 gemäß dem Vergleichsbeispiel in Umfangsrichtung gesehen. **Fig. 48** ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs 10 gemäß dem Vergleichsbeispiel von der Seite der oberen Fläche gesehen.

[0108] Fig. 46 bis Fig. 48 zeigen die Kräfte, die auf die Innenumfangsfläche des Paares von Klauenabschnitten 231 wirken, die die Aussparung 240 bilden, wenn die Kugel 6 in die Aussparung 240 eingeführt wird. Da die Kugel 6 zwischen dem Außenring 5 und dem Innenring 3 eingefügt wird, kann sich die Kugel 6 kaum in radialer Richtung bewegen. Wenn die Kugel 6 beginnt, mit den Spitzenendabschnitten des Paares von Klauenabschnitten 231 in Berührung zu kommen, wie in Fig. 46 gezeigt, werden auf die Innenumfangsfläche des Paares von Klauenabschnitten 231, die die Aussparung 240 bilden, jeweils Kräfte F_1 und F_2 in Normalenrichtung ausgeübt. Fig. 47 und Fig. 48 zeigen die Kräfte F_1 und F_2 , die in die Komponenten Fz_1 und Fz_2 in axialer Richtung (vertikale Richtung in Fig. 47) und die Komponenten Fr_1 und Fr_2 in einer Richtung senkrecht zur axialen Richtung aufgeteilt sind. Darüber hinaus zeigt Fig. 47 nur eine der beiden Klauenöffnungen 231, so dass von den Axialkräften Fz_1 und Fz_2 nur die Kraftkomponente Fz_1 von F_1 gezeigt wird und die Kraftkomponente Fz_2 von F_2 nicht gezeigt wird.

[0109] Wie in Fig. 47 gezeigt, wird die Kraftkomponente Fz_1 vom Spitzenende des Klauenabschnitts 31 in Richtung des unteren Abschnitts der Aussparung 40 aufgebracht. Obwohl nicht dargestellt, gilt das Gleiche für die Komponente Fz_2 .

[0110] Fig. 48 zeigt die Kraftkomponenten Fr_1 und Fr_2 in der Richtung senkrecht zur axialen Richtung der Kräfte F_1 und F_2 . Da der Kontaktabschnitt zwischen der Kugel 6 und dem Klauenabschnitt 231 einen bestimmten Bereich hat, wird hier angenommen, dass der Kontakt an einem Punkt als resultierende Kraft erfolgt.

[0111] Wenn die Axialkraft Fz_1 auf den Klauenabschnitt 231 ausgeübt wird, liegt die resultierende Kraft Fz_1 , die durch einen Punkt dargestellt ist, auf einem Teilkreisdurchmesser PCD' des Käfigs 200, und daher wird angenommen, dass sich der Klauenabschnitt 231 nur in axialer Richtung oder in Umfangsrichtung verformt und in radialer Richtung kaum gekippt wird. Daher kann der Käfig 200 des Vergleichsbeispiels nicht die Wirkung des Käfigs 10 der vorliegenden Anmeldung erzielen, bei dem die Form und die Position der Klauenabschnitte 31 vorgesehen sind und die ersten Vorsprungabschnitte 28 vorgesehen sind.

[0112] Als nächstes wird als weiteres Vergleichsbeispiel, wie in den Fig. 49 und Fig. 50 gezeigt, der Fall betrachtet, in dem der Käfig 10 der vierten Ausführungsform nicht den ersten Vorsprungabschnitt 28 aufweist. Das heißt, der Käfig 10 des Vergleichsbeispiels ist mit dem zweiten Vorsprungabschnitt 29 ausgebildet, aber der zweite Vorsprungabschnitt 29 ist nicht mit dem ersten Vorsprungabschnitt 28 ausgebildet.

[0113] Fig. 49 ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs 10 gemäß dem Vergleichsbeispiel, gesehen von der radial inneren Seite. Fig. 50 ist eine Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs 10 gemäß dem Vergleichsbeispiel in Umfangsrichtung gesehen. Fig. 51 ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs 10 gemäß dem Vergleichsbeispiel von der Oberflächenseite aus gesehen. In den Fig. 49 und Fig. 50 ist die Kugel 6 durch gestrichelte Linien dargestellt, wenn die Kugel 6 beginnt, mit dem Spitzenendabschnitt des Klauenbereichs 31 in Kontakt zu kommen, und die Kugel 6 ist durch durchgezogene Linien dargestellt, wenn die Kugel 6 den Eingang der Aussparung 40 erreicht. Darüber hinaus ist in den Fig. 49 bis Fig. 51 der Käfig 10 vor der elastischen Verformung durch gestrichelte Linien und der Käfig 10 nach der elastischen Verformung durch durchgezogene Linien dargestellt.

[0114] Wie aus dem in den Fig. 49 und Fig. 50 gezeigten Kontaktabschnitt A zwischen dem zweiten Vorsprungabschnitt 29 und der Vorrichtung 50 ersichtlich ist, ist die gesamte Oberfläche des zweiten Vorsprungabschnitts 29 in Kontakt mit der Vorrichtung 50, und es bildet sich kein Spalt zwischen dem zweiten Vorsprungabschnitt 29 und der Vorrichtung 50. Wenn die Kugel 6 in den Käfig 10 eingeführt wird, neigt die Kraft Fr_{10} und Fr_{20} , die auf das Spitzenende des Klauenabschnitts 31 wirkt, dazu, den Klauenabschnitt 31 zu drücken und aufzuweiten, aber die gesamte Oberfläche des zweiten Vorsprungabschnitts 29 kommt mit der Vorrichtung 50 in Kontakt. Daher kann der zweite Vorsprungabschnitt 29 kaum verformt werden, und nur der Klauenabschnitt 31 kann verformt werden. Daher konzentriert sich im Käfig 10 des Vergleichsbeispiels die Belastung auf die Klauenabschnitte 31 im Gegensatz zu dem Fall, in dem die ersten Vorsprungabschnitte 28 wie in der vorliegenden Anmeldung ausgebildet sind.

[0115] Andererseits wird, wie in der vierten Ausführungsform der vorliegenden Anmeldung, der Fall beschrieben, in dem der Käfig 10, der nicht nur den zweiten Vorsprungabschnitt 29, sondern auch den ersten Vorsprungabschnitt 28 aufweist, in die Kugeln 6 eingebaut wird (Fig. 52 bis Fig. 54).

[0116] Fig. 52 ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs 10 gemäß der vierten Ausführungsform, gesehen von der radial inneren Seite. Fig. 53 ist eine Teilquerschnittsansicht eines Teils des Käfigs 10 gemäß der vierten

Ausführungsform, gesehen von der Umfangsrichtung. **Fig. 54** ist eine Ansicht eines Teils des Käfigs 10 gemäß der vierten Ausführungsform von der Oberflächenseite aus gesehen. In den **Fig. 52** und **Fig. 53** ist die Kugel 6 durch gestrichelte Linien dargestellt, wenn die Kugel 6 beginnt, mit dem Spitzenendabschnitt des Klauenbereichs 31 in Kontakt zu kommen, und die Kugel 6 ist durch durchgezogene Linien dargestellt, wenn die Kugel 6 den Zugang der Aussparung 40 erreicht. Darüber hinaus ist in den **Fig. 52** bis **Fig. 54** der Käfig 10 vor der elastischen Verformung durch gestrichelte Linien und der Käfig 10 nach der elastischen Verformung durch durchgezogene Linien dargestellt.

[0117] Zu diesem Zeitpunkt kommt der zweite Vorsprungabschnitt 29 nicht in Kontakt mit der Vorrichtung 50. Selbst wenn der zweite Vorsprungabschnitt 29 mit der Vorrichtung 50 in Kontakt kommen sollte, sind nur zwei Punkte an beiden Enden der Innenumfangskante des zweiten Vorsprungabschnitts 29 in Umfangsrichtung leicht in Kontakt mit der Vorrichtung 50, da die Innenumfangskante des zweiten Vorsprungabschnitts 29 bogenförmig ist. Darüber hinaus kommt die Innenumfangskante des ersten Vorsprungabschnitts 28 mit der Vorrichtung 50 in Kontakt.

[0118] Der Grund für einen solchen Kontaktzustand ist, dass, wenn die Kugel 6 den auf der radial inneren Seite angeordneten Klauenabschnitt 31 in axialer Richtung drückt, wobei die Innenumfangskante des auf der radial äußeren Seite angeordneten ersten Vorsprungabschnitts 28 als Drehpunkt P dient, der Klauenabschnitt 31 dazu neigt, zur radial inneren Seite gekippt zu werden.

[0119] Da die Klauenabschnitte 31 nur an der radial inneren Seite des Käfigs 10 angeordnet sind, kommt ein Teil des Käfigs 10 auf der gegenüberliegenden Seite des Teils in axialer Richtung, an dem die Klauenabschnitte 31 angeordnet sind, d.h. der radial innere Seitenabschnitt des zweiten Vorsprungabschnitts 29, kaum mit der Vorrichtung 50 in Kontakt. Daher wird ein Spalt zwischen dem zweiten Vorsprungabschnitt 29 und der Vorrichtung 50 erzeugt.

[0120] Wenn die Kugel 6 in den Käfig 10 eingeführt wird, neigen die Kräfte Fr_1 und Fr_2 , die auf die Spitzenendabschnitte der Klauenabschnitte 31 wirken, dazu, die Klauenabschnitte 31 zu drücken und zu verbreitern, aber die zweiten Vorsprungabschnitte 29 sind nicht in Kontakt mit der Vorrichtung 50. Daher kann der radial innere Seitenabschnitt des zweiten Vorsprungabschnitts 29 verformt werden und wird zusammen mit dem Klauenabschnitt 31 verformt.

[0121] Da außerdem die axiale Dicke des Hauptabschnitts 20 ausreichend kleiner ist als die radiale Breite, wird der Hauptabschnitt 20 verschraubt und elastisch verformt und zur radial inneren Seite gekippt, wenn die axialen Kräfte Fz_1 und Fz_2 auf die Klauenabschnitte 31 ausgeübt werden. Wenn der Hauptabschnitt 20 zur radial inneren Seite gekippt wird, wird gemäß dieser Tatsache auch der Klauenabschnitt 31 zur radial inneren Seite gekippt.

[0122] Da sich die Aussparung 40 ebenfalls verbreitert, können die Kräfte Fr_1 und Fr_2 , mit denen die Kugel 6 auf den Klauenabschnitt 31 drückt und diesen verbreitert, kleiner sein als die auf den Klauenabschnitt 31 wirkenden Kräfte Fr_{10} und Fr_{20} ($Fr_1 < Fr_{10}$ und $Fr_2 < Fr_{20}$), wenn nur der zweite Vorsprungabschnitt 29 ohne den ersten Vorsprungabschnitt 28 wie im Vergleichsbeispiel vorgesehen ist, und somit wird auch der Verformungsbetrag des Klauenabschnitts 31 reduziert.

[0123] Wie zuvor beschrieben, ist bei dem Käfig 10 der vorliegenden Anmeldung der zweite Vorsprungabschnitt 29 zusätzlich zu den Klauenabschnitten 31 verformbar, und somit wird die auf die Klauenabschnitte 31 wirkende Kraft reduziert und die in den Klauenabschnitten 31 erzeugte Spannung verringert.

[0124] Im Folgenden werden ein kronenartiger Käfig für ein Kugellager und ein Kugellager gemäß siebter bis zehnter Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Hier werden die Kugellager zusammengesetzt, indem die mehreren Kugeln gleichmäßig in Drehrichtung verteilt zwischen Innen- und Außenring angeordnet werden und an dieser Stelle ein Käfig eingesetzt wird. In der folgenden Beschreibung wird jedoch zum leichteren Verständnis ein Aspekt beschrieben, bei dem die Kugeln in den Käfig eingesetzt werden.

(Siebte Ausführungsform)

[0125] Wie in den **Fig. 55** bis **Fig. 57** gezeigt, wird ein kronenförmiger Käfig für ein Kugellager (im Folgenden auch als „kronenartiger Käfig“ oder einfach als „Käfig“ bezeichnet) 210 der vorliegenden Ausführungsform auf

das in **Fig. 34** gezeigte Kugellager 1 in ähnlicher Weise wie der in den **Fig. 35** und **Fig. 36** gezeigte Käfig 100 gemäß dem Stand der Technik angewandt.

[0126] Der kronenartige Käfig 210 ist aus einem Harzmaterial wie Polyamid 6 (PA6), Polyamid 66 (PA66), Polyamid 46 (PA46), Polyamid 9T (PA9T), Polyamid 10T (PA10T), Polyphenylsulfid (PPS), Polyetheretherketon (PEEK), Polyacetal (POM), Polybutylenterephthalat (PBT) oder Polyethylenterephthalat (PET) oder anderen Harzmaterialien hergestellt. Um die Festigkeit des Käfigs 210 zu verbessern, kann außerdem eine Harzzusammensetzung verwendet werden, der 5 bis 50 Gew.-% eines faserverstärkten Materials (Glasfaser, Kohlenstofffaser, Aramidfaser, Zellulosenanofaser und dergleichen) zugesetzt werden. Als Verfahren zur Herstellung des Käfigs 210 werden ein Spritzgießverfahren unter Verwendung einer Form und ein Herstellungsverfahren mit einem 3D-Drucker als Beispiel verwendet.

[0127] Der kronenartige Käfig 210 umfasst den ringförmigen Hauptabschnitt 220, die Vielzahl von Säulenabschnitten 230, die zu einer axialen Seite (in der Figur die Oberseite) von der Oberseite 221 des Hauptabschnitts 220 in vorbestimmten Abständen in Umfangsrichtung vorstehen, und die kugelförmige Aussparung 240, die zwischen den benachbarten Säulenabschnitten 230 und 230 ausgebildet ist und die Kugeln 6 aufnehmen kann (siehe **Fig. 34**).

[0128] Auf der oberen Fläche 221 des Hauptabschnitts 220 sind in vorbestimmten Abständen in Umfangsrichtung mehrere kugelförmige vertiefte Flächen 223 ausgebildet. Diese vertiefte Fläche 223 ist über die gesamte radiale Breite des Hauptabschnitts 220 ausgebildet und bildet die Aussparung 240.

[0129] Der Säulenabschnitt 230 ragt zu der einen axialen Seite aus dem radial inneren Seitenabschnitt der oberen Fläche 221 des Hauptabschnitts 220 heraus. Daher ist eine Außenumfangsfläche 231D des Säulenabschnitts 230 auf der radial inneren Seite der Außenumfangsfläche 225 des Hauptabschnitts 220 angeordnet, und die obere Fläche 221 des Hauptabschnitts 220 liegt auf der radial äußeren Seite des Säulenabschnitts 230 frei. Bei dem kronenartigen Käfig 100 (siehe **Fig. 35** und **Fig. 36**) gemäß dem Stand der Technik steht der Säulenabschnitt 110 in axialer Richtung über die gesamte radiale Breite der oberen Fläche des Hauptabschnitts 109 vor, und daher unterscheidet sich der Säulenabschnitt 230 der vorliegenden Anmeldung in dieser Hinsicht.

[0130] Der Säulenabschnitt 230 hat ein Paar von Klauenabschnitten 231 und 231 und einen Verbindungsabschnitt 233, der das Paar von Klauenabschnitten 231 und 231 verbindet.

[0131] Die Spitzenendabschnitte 231A und 231A des Paares von Klauenabschnitten 231 und 231 sind in Umfangsrichtung voneinander beabstandet. Ferner ist zwischen den Spitzenendabschnitten 231A und 231A der beiden benachbarten Klauenabschnitte 231 und 231, die die Aussparung 240 bilden, ein Aussparungsöffnungsabschnitt 241 mit einem Aussparungsöffnungsdurchmesser 241A, der kleiner ist als der Durchmesser der Kugel 6 (siehe **Fig. 34**), und zum Einführen der Kugel 6 in Richtung der anderen axialen Seite, die der einen axialen Seite gegenüberliegt, ausgebildet.

[0132] Der Klauenabschnitt 231 hat eine kugelförmige erste Umfangsfläche 231 B, die die Aussparung 240 bildet, und eine zweite Umfangsfläche 231C, die der ersten Umfangsfläche 231B gegenüberliegt.

[0133] Die zweiten Umfangsflächen 231C und 231C des Paares von Klauenabschnitten 231 und 231 sind jeweils gekrümmt und durch den Verbindungsabschnitt 233 miteinander verbunden.

[0134] Die ersten Umfangsflächen 231B und 231B der beiden benachbarten Klauenabschnitte 231 und 231 und die vertiefte Fläche 223 des Hauptabschnitts 220 bilden die Aussparung 240. Diese beiden ersten Umfangsflächen 231 B und 231B und die vertiefte Fläche 223 sind nahtlos miteinander verbunden, um die kugelförmige vertiefte Fläche der Aussparung 240 zu bilden. Der Krümmungsradius der kugelförmigen Vertiefungsfläche der Aussparung 240 ist größer als der Krümmungsradius der Rollfläche der Kugel 6 (siehe **Fig. 34**). Darüber hinaus ist eine Innenumfangsfläche 231E des Klauenabschnitts 231 (Säulenabschnitt 230) nahtlos mit der Innenumfangsfläche 224 des Hauptabschnitts 220 verbunden und bildet die Innenumfangsfläche des Käfigs 210 ohne eine Stufe.

[0135] In den Aussparungsöffnungsabschnitt 241 des Käfigs 210 werden die Kugeln 6 von der einen axialen Seite (obere Seite in der Figur) in Richtung der anderen axialen Seite (untere Seite in der Figur) gegenüber der einen axialen Seite eingeführt. Ein Teil des Spitzenendabschnitts 231A des Klauenabschnitts 231, der der Seite der Aussparung 240 am nächsten liegt und den Aussparungsöffnungsabschnitt 241 bildet, wird als

äußerster Spitzenendabschnitt 231 F bezeichnet. Der äußerste Spitzenendabschnitt 231F ist der erste Kontaktabschnitt, wenn die Kugel 6 in den Aussparungsöffnungsabschnitt 241 eingeführt wird.

[0136] Der äußerste Spitzenendabschnitt 231F der vorliegenden Ausführungsform erstreckt sich flach über die gesamte radiale Breite des Spitzenendabschnitts 231A des Klauenabschnitts 231. Genauer gesagt hat der äußerste Spitzenendabschnitt 231 F eine rechteckige Form ($a_1 > a_2$) mit der radialen Breite a_1 und der axialen Breite a_2 von der Umfangsrichtung aus betrachtet. Der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt 231F ist an der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts (des radial mittleren Abschnitts der vertieften Fläche 223 des Hauptabschnitts 220) M der Aussparung 240 angeordnet. Das heißt, die radiale Breite a_1 des äußersten Spitzenendabschnitts 231F ist gleich oder kleiner als die Hälfte der radialen Breite b des Bodens (vertiefte Fläche 223) der Aussparung 240 ($a_1 \leq b/2$).

[0137] Wie zuvor beschrieben, ist, wenn der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt 231F auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 positioniert ist, die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 in Richtung der anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) an einem radial äußeren Seitenabschnitt 226B des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 im Vergleich zu einem radial inneren Seitenabschnitt 226A des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 vorstehend ausgebildet.

[0138] In der vorliegenden Ausführungsform ist die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 mit einem Vorsprungabschnitt 228 ausgebildet, bei dem es sich um einen Abschnitt handelt, der zu der anderen axialen Seite hin vorsteht. Darüber hinaus ist ein radialer Abstand c von der Innenumfangsfläche 224 des Hauptabschnitts 220 zur Innenumfangsfläche des Vorsprungabschnitts 228 gleich oder größer als die halbe radiale Breite b des Bodens (vertiefte Fläche 223) der Aussparung 240 ($b/2 \leq c$). Daher ist der gesamte Vorsprungabschnitt 228 auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet. Bei einer solchen Konfiguration ragt die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 an dem radial äußeren Seitenabschnitt 226B im Vergleich zu dem radial inneren Seitenabschnitt 226A zur anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) vor.

[0139] Der Vorsprungabschnitt 228 der vorliegenden Ausführungsform ist an dem radial äußeren Seitenabschnitt der Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 über den gesamten Umfang ausgebildet.

[0140] Es ist zu beachten, dass der Vorsprungabschnitt 228 nicht notwendigerweise über den gesamten Umfang der Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 ausgebildet sein muss, und zumindest ein Teil des Vorsprungabschnitts 228 kann an einer Position vorgesehen sein, die die Aussparung 240 in der Umfangsrichtung und der radialen Richtung überlappt (eine Position, die die Aussparung 240 aus der axialen Richtung gesehen überlappt). In diesem Fall sind die mehreren Vorsprungabschnitte 228 vorzugsweise in vorbestimmten Abständen in der Umfangsrichtung an Positionen vorgesehen, die die Aussparungen 240 in der Umfangsrichtung und der radialen Richtung überlappen (Positionen, die die Aussparungen 240 bei Betrachtung aus der axialen Richtung überlappen).

[0141] Fig. 58 und Fig. 59 zeigen, wie die Kugeln 6 in den Käfig 210 in einem Zustand eingesetzt werden, in dem der Käfig 210 auf dem plattenförmigen Element 250 angeordnet ist. Fig. 58 zeigt einen Zustand unmittelbar vor der Aufnahme der Kugeln 6 in den Käfig 210, und Fig. 59 zeigt einen Zustand, während die Kugeln 6 in den Käfig 210 aufgenommen werden.

[0142] Wie in den Fig. 58 und Fig. 59 gezeigt, wird, da die Bodenfläche 226 mit dem Vorsprungabschnitt 228 ausgebildet ist, wenn die Kugel 6 in den Käfig 210 auf dem plattenförmigen Element 250 aufgenommen wird, der Klauenabschnitt 231 in die Richtung gekippt, die der Position entgegengesetzt ist, in der sich der Vorsprungabschnitt 228 befindet. Das heißt, da sich der Vorsprungabschnitt 228 auf der radial äußeren Seite befindet, kippt der Klauenabschnitt 231 zur radial inneren Seite. In Fig. 59 zeigt ein Pfeil m_1 die Richtung an, in der der Klauenabschnitt 231 gekippt wird. Darüber hinaus stellt d den radialen Bewegungsbetrag des Spitzenendabschnitts 231A des Klauenabschnitts 231 zwischen dem Zeitpunkt vor dem Einsetzen der Kugel 6 (Fig. 58) und während des Einsetzens der Kugel 6 (Fig. 59) dar.

[0143] Da sich der Aussparungsöffnungsabschnitt 241 in der Nähe des Spitzenendabschnitts 231A des Klauenabschnitts 231 auf diese Weise zur radial inneren Seite bewegt, verschiebt sich auch die Kontaktposition zwischen dem Aussparungsöffnungsabschnitt 241 und der Kugel 6 zur radial inneren Seite. Wenn die Kugeln 6 eingesetzt werden, geht daher der Teil der Kugeln 6 mit dem kleinen Durchmesser durch den Aus-

sparungsöffnungsabschnitt 241, und somit wird die in den Klauenabschnitten 231 erzeugte Spannung reduziert, und die Lebensdauer des Käfigs 210 kann verlängert werden.

[0144] Ähnlich wie die **Fig. 58** und **Fig. 59** zeigen die **Fig. 60** und **Fig. 61**, wie die Kugel 6 in den Käfig 210 in einem Zustand eingebaut wird, in dem der Käfig 210 auf dem plattenförmigen Element 250 angeordnet ist (das plattenförmige Element 250 entspricht einer Vorrichtung zum Einbauen des Käfigs 210 in die Vielzahl von Kugeln 6 im eigentlichen Schritt des Anordnens der Lager). **Fig. 60** zeigt einen Zustand unmittelbar vor dem Einsetzen der Kugeln 6 in den Käfig 210, und **Fig. 61** zeigt einen Zustand, während die Kugeln 6 in den Käfig 210 eingesetzt werden. In **Fig. 61** zeigt ein Pfeil m2 die Richtung an, in der der Abschnitt 231 der Klaue gekippt wird.

[0145] Wie in **Fig. 60** und **Fig. 61** gezeigt wird, ist der Grund, warum der Klauenabschnitt 231 kippt, wenn die Kugel 6 in den Käfig 210 eingesetzt wird, der, dass ein Punkt (Belastungspunkt Q), an dem die Kugel 6 und der Käfig 210 (der äußerste Spitzenendabschnitt 231F) miteinander in Kontakt kommen, und der Kontaktpunkt (Stützpunkt R) zwischen dem Vorsprungabschnitt 228 und dem plattenförmigen Element 250 weit voneinander entfernt sind, die Belastungsrichtung nicht ausgeglichen ist, und daher die Kugeln 6 in die Aussparungen 240 eingesetzt werden, während die Klauenabschnitte 231 in radialer Richtung nach unten gedrückt werden, um zu versuchen, ein Gleichgewicht herzustellen. Das heißt, wie in **Fig. 61** gezeigt, während der Klauenabschnitt 231 so gekippt wird, dass eine Kontaklast f1 von den Kugeln 6 zum Käfig 210 und Kontaklasten f2 und f3 vom plattenförmigen Element 250 zum Käfig 210 ausgeglichen sind, wird die Kugel 6 in die Aussparung 240 aufgenommen.

[0146] Gemäß diesem Käfig 210 können die Kugeln 6 auch bei Verwendung eines Materials mit geringer Dehnung aufgenommen werden, ohne den Aussparungsöffnungsdurchmesser 241A zu vergrößern.

(Analyseergebnis)

[0147] **Fig. 62A** bis **Fig. 63C** zeigen die Analyseergebnisse der im Käfig erzeugten Dehnung, wenn die Kugeln in den Käfig eingesetzt werden. Dieses Analyseergebnis ist das Ergebnis, wenn der Durchmesser der Kugel 6 den Höchstwert an der Position des Aussparungsöffnungsabschnitts 241 erreicht, wenn die Kugel 6 allmählich in den Käfig 210 geschoben wird.

[0148] **Fig. 62A** zeigt den Käfig 210 der siebten Ausführungsform, und **Fig. 62B** und **Fig. 62C** zeigen die Dehnung, die in dem Käfig 210 erzeugt wird, wenn die Kugel 6 in den Käfig 210 der siebten Ausführungsform eingeführt wird. **Fig. 62B** ist eine Ansicht des Käfigs 210 aus der Umfangsrichtung, und **Fig. 62C** ist eine Ansicht des Käfigs 210 von einer axialen Seite (Oberseite) aus gesehen.

[0149] **Fig. 63A** zeigt den Käfig 210 des Vergleichsbeispiels, und **Fig. 63B** und **Fig. 63C** zeigen die im Käfig 210 erzeugte Spannung, wenn die Kugel 6 in den Käfig 210 des Vergleichsbeispiels eingebaut wird. **Fig. 63B** ist eine Ansicht des Käfigs 210 in Umfangsrichtung, und **Fig. 63C** ist eine Ansicht des Käfigs 210 von der einen axialen Seite (Oberseite). Übrigens ist bei dem Käfig 210 des Vergleichsbeispiels der Vorsprungabschnitt 228 nicht auf der Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 vorgesehen. Die anderen Konfigurationen mit Ausnahme des Vorsprungabschnitts 228 sind im Käfig 210 der siebten Ausführungsform und jenem des Vergleichsbeispiels gleich.

[0150] Während die maximale Dehnung, die in dem Käfig 210 des Vergleichsbeispiels erzeugt wurde, 3,7 % betrug, betrug die maximale Dehnung, die in dem Käfig 210 der siebten Ausführungsform erzeugt wurde, 2,3 %, und es wurde klargestellt, dass der Käfig 210 der siebten Ausführungsform die Erzeugung von Dehnung unterdrücken konnte.

[0151] Tabelle 1 zeigt die Biegebruchdehnungen von thermoplastischen Harzmaterialien.

[Tabelle 1]

| Material | Biegebruchdehnung. % |
|-----------|----------------------|
| PA46-GF25 | 5,2 |
| PA9T-GF25 | 3,2 |
| PA9T-CF20 | 3,2 |
| PA10-CF20 | 2,5 |

[0152] Im Übrigen wird „PA46-GF25“ durch Zugabe von 25 Gew.-% Glasfasern zu Polyamid 46, „PA9T-GF25“ durch Zugabe von 25 Gew.-% Glasfasern zu Polyamid 9T, „PA9T-CF20“ durch Zugabe von 20 Gew.-% Kohlenstofffasern zu Polyamid 9T und „PA10T-CF20“ durch Zugabe von 20 Gew.-% Kohlenstofffasern zu Polyamid 10T erhalten.

[0153] Unter den in Tabelle 1 aufgeführten thermoplastischen Harzen können auch Materialien mit geringer Biegebruchdehnung (PA9T-GF25, PA9T-CF20 und PA10T-CF20) als Material für den Käfig 210 der siebten Ausführungsform verwendet werden. Wie zuvor beschrieben, ist es mit dem Käfig 210 der siebten Ausführungsform möglich, die Erzeugung von Dehnungen zu unterdrücken, und daher kann die Kugel 6, selbst wenn das Material aus einem Material mit einer geringen Dehnung besteht, ohne Vergrößerung des Aussparungsöffnungsdurchmessers 241A eingesetzt werden.

(Modifikationsbeispiel der siebten Ausführungsform)

[0154] Darüber hinaus ragt in der vorliegenden Ausführungsform der Säulenabschnitt 230 von dem radial inneren Seitenabschnitt der oberen Fläche 221 des Hauptabschnitts 220 in Richtung der einen axialen Seite vor, und der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231 (Aussparungsöffnungsabschnitt 241) wurde auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diese Konfiguration beschränkt, und wie in **Fig. 64** gezeigt, ragt der Säulenabschnitt 230 zur einen axialen Seite von dem radial äußeren Seitenabschnitt auf der oberen Fläche des Hauptabschnitts 220, und der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231 (Aussparungsöffnungsabschnitt 241) kann auf der radial äußeren Seite des radial zentralen Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet sein.

[0155] Wenn der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231 auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet ist, ragt die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 in Richtung der anderen axialen Seite (untere Seite in der Figur) an einem radial inneren Seitenabschnitt 226A des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 im Vergleich zu dem radial äußeren Seitenabschnitt 226B des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 vor.

[0156] Insbesondere ist der Vorsprungabschnitt 228, der zur anderen axialen Seite vorsteht, an der Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 vorgesehen. Darüber hinaus ist der gesamte Vorsprungabschnitt 228 auf der radial inneren Seite des radial zentralen Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet. Bei einer solchen Konfiguration ragt die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 an dem radial inneren Seitenabschnitt 226A im Vergleich zu dem radial äußeren Seitenabschnitt 226B zur anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) vor.

[0157] Bei dieser Konfiguration sind, wenn die Kugeln 6 in den Käfig 210 auf dem plattenförmigen Element 250 eingesetzt werden (siehe **Fig. 58** bis **Fig. 61**), der Punkt (Belastungspunkt Q), an dem die Kugel 6 und der Käfig 210 (äußerste Spitzenendabschnitt 231F) miteinander in Kontakt kommen, und der Kontaktpunkt (Stützpunkt R) zwischen dem Vorsprungabschnitt 228 und dem plattenförmigen Element 250 weit voneinander entfernt, so dass die Belastungsrichtung nicht ausgeglichen ist und die Kugeln 6 daher in die Aussparungen 240 eingesetzt werden, während die Klauenabschnitte 231 in radialer Richtung nach unten gedrückt werden, um ein Gleichgewicht herzustellen. Das heißt, während der äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231 sich auf der radial äußeren Seite befindet, befindet sich der Vorsprungabschnitt 228 auf der radial inneren Seite, und der Klauenabschnitt 231 ist zur radial äußeren Seite geneigt.

[0158] Wenn die Kugeln 6 in den Käfig 210 eingesetzt werden, ist der Klauenabschnitt 231 daher zur radial äußeren Seite geneigt, der Teil der Kugeln 6 mit kleinem Durchmesser geht durch den Aussparungsöffnungsabschnitt 241, und so werden die in den Klauenabschnitten 231 erzeugte Spannung reduziert und die Lebensdauer des Käfigs 210 verlängert.

(Achte Ausführungsform)

[0159] **Fig. 65** offenbart einen Käfig 210 gemäß einer achten Ausführungsform. Der Käfig 210 der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich von dem Käfig 210 der siebten Ausführungsform dadurch, dass die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 eine schräge Fläche ist. Da der Rest der Konfiguration im Wesentlichen die gleiche ist wie die der zuvor beschriebenen Ausführungsform, entfällt die Beschreibung derselben durch Angeben von Bezugszeichen in den Zeichnungen.

[0160] In der vorliegenden Ausführungsform befindet sich der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt 231F (Ausparungsöffnungsabschnitt 241) des Klauenabschnitts 231 auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240, ähnlich wie in der siebten Ausführungsform. Im Gegensatz zur siebten Ausführungsform weist die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 jedoch nicht den Vorsprungabschnitt 228 auf.

[0161] Der Teil, der zur anderen axialen Seite hin vorsteht, ist an der Bodenfläche des Hauptabschnitts 220 vorgesehen. Das heißt, die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 ist eine geneigte Fläche, die zur anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) von der radial inneren Seite zur radial äußeren Seite hin vorsteht. Ein radial äußerster Abschnitt 226C (ein Teil, der am weitesten zur anderen axialen Seite vorsteht) der geneigten Fläche der Bodenfläche 226 ist an der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet. Das heißt, ein radialer Abstand e von der Innumfangsfläche 224 des Hauptabschnitts 220 bis zum radial äußersten Abschnitt 226C wird so festgelegt, dass er gleich oder größer als die halbe radiale Breite b des Bodens (vertiefte Fläche 223) der Aussparung 240 ist ($e \geq b/2$).

[0162] Auf diese Weise ragt die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 auf der anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) am radial äußeren Seitenabschnitt 226B des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 weiter vor als am radial inneren Seitenabschnitt 226A des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240.

[0163] Bei dieser Konfiguration sind, wenn die Kugeln 6 in den Käfig 210 auf dem plattenförmigen Element 250 eingesetzt werden (siehe **Fig. 58** bis **Fig. 61**), der Kontaktpunkt zwischen der Kugel 6 und dem Käfig 210 (äußerste Spitzenendabschnitt 231F) und der Kontaktpunkt zwischen dem radial äußersten Abschnitt 226C der Bodenfläche (geneigte Fläche) 226 und dem plattenförmigen Element 250 weit voneinander entfernt, die Belastungsrichtung ist nicht ausgeglichen, und daher werden die Kugeln 6 in die Aussparungen 240 eingesetzt, während die Klauenabschnitte 231 in radialer Richtung nach unten gedrückt werden, um ein Gleichgewicht herzustellen. Das heißt, während sich der äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231 auf der radial inneren Seite befindet, befindet sich der radial äußerste Abschnitt 226C der Bodenfläche (geneigte Fläche) 226 auf der radial äußeren Seite, und der Klauenabschnitt 231 ist zur radial inneren Seite geneigt.

[0164] Wenn die Kugeln 6 in den Käfig 210 eingesetzt werden, ist der Klauenabschnitt 231 daher zur radial inneren Seite geneigt, der Teil der Kugeln 6 mit dem kleinen Durchmesser geht durch den Ausparungsöffnungsabschnitt 241, wodurch sich die in den Klauenabschnitten 231 erzeugte Spannung verringert und sich die Lebensdauer des Käfigs 210 verlängert.

(Modifikationsbeispiel der achten Ausführungsform)

[0165] Darüber hinaus ragt in der vorliegenden Ausführungsform der Säulenabschnitt 230 von dem radial inneren Seitenabschnitt der oberen Fläche 221 des Hauptabschnitts 220 in Richtung der einen axialen Seite vor, und der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231 (Ausparungsöffnungsabschnitt 241) ist auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet. Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diese Konfiguration beschränkt, und wie in **Fig. 66** gezeigt, ragt der Säulenabschnitt 230 zur einen axialen Seite von dem radial äußeren Seitenabschnitt auf der oberen Fläche 221 des Hauptabschnitts 220 vor, und der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231 (Ausparungsöffnungsabschnitt 241) kann auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet sein.

[0166] Wenn der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt 231F (Ausparungsöffnungsabschnitt 241) des Klauenabschnitts 231 auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet ist, ragt die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 in Richtung der anderen axialen Seite (untere Seite in der Figur) an einem radial inneren Seitenabschnitt 226A des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 im Vergleich zu dem radial äußeren Seitenabschnitt 226B des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 vor.

[0167] Insbesondere ist die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 eine geneigte Fläche, die auf der anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) von der radial äußeren Seite zur radial inneren Seite hin vorsteht. Ein radial innerster Abschnitt 226D (ein Teil, der am weitesten zur anderen axialen Seite vorsteht) der geneigten Fläche der Bodenfläche 226 ist auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet. Bei einer solchen Konfiguration ragt die Bodenfläche 226 des Hauptab-

schnitts 220 an dem radial inneren Seitenabschnitt 226A im Vergleich zu dem radial äußeren Seitenabschnitt 226B zur anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) vor.

[0168] Bei dieser Konfiguration sind, wenn die Kugeln 6 in den Käfig 210 auf dem plattenförmigen Element 250 eingesetzt werden (siehe **Fig. 58** bis **Fig. 61**), der Kontaktpunkt zwischen der Kugel 6 und dem Käfig 210 (äußerste Spitzenendabschnitt 231F) und der Kontaktpunkt zwischen dem radial innersten Abschnitt 226D der Bodenfläche (geneigte Fläche) 226 und dem plattenförmigen Element 250 weit voneinander entfernt, die Belastungsrichtung ist nicht ausgeglichen, und daher werden die Kugeln 6 in die Aussparungen 240 eingesetzt, während die Klauenabschnitte 231 in radialer Richtung nach unten gedrückt werden, um ein Gleichgewicht herzustellen. Das heißt, während sich der äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231 auf der radial äußeren Seite befindet, befindet sich der radial innerste Abschnitt 226D der Bodenfläche (geneigte Fläche) 226 auf der radial inneren Seite, und der Klauenabschnitt 231 ist zur radial äußeren Seite geneigt.

[0169] Wenn die Kugeln 6 in den Käfig 210 eingesetzt werden, ist der Klauenabschnitt 231 daher zur radial äußeren Seite gekippt, der Teil der Kugeln 6 mit dem kleinen Durchmesser geht durch den Aussparungsöffnungsabschnitt 241, und somit wird die in den Klauenabschnitten 231 erzeugte Spannung reduziert, wodurch die Lebensdauer des Käfigs 210 verlängert werden kann.

(Neunte Ausführungsform)

[0170] **Fig. 67** offenbart den Käfig 210 gemäß einer neunten Ausführungsform. Der Käfig 210 der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich von dem Käfig 210 der zuvor beschriebenen Ausführungsform dadurch, dass die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 eine geneigte Fläche ist und der Spitzenendabschnitt 231A des Klauenabschnitts 231 eine geneigte Fläche ist. Da der Rest der Konfiguration im Wesentlichen die gleiche ist wie die der zuvor beschriebenen Ausführungsform, entfällt deren Beschreibung durch Angeben von Bezugszeichen in den Zeichnungen.

[0171] In der vorliegenden Ausführungsform ist der Spitzenendabschnitt 231A des Klauenabschnitts 231 als eine geneigte Fläche ausgebildet, die auf der einen axialen Seite (in der Figur die obere Seite) von der radial inneren Seite zur radial äußeren Seite vorsteht. Dadurch ragt auch der Aussparungsöffnungsabschnitt 241 zu der einen axialen Seite von der radial inneren Seite zur radial äußeren Seite vor. Daher ist der äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231, der den Aussparungsöffnungsabschnitt 241 bildet und der Teil ist, der zuerst in Kontakt kommt, wenn die Kugel 6 in den Käfig 210 eingeführt wird, am radial äußersten Abschnitt 241B des Aussparungsöffnungsabschnitts 241 angeordnet. Darüber hinaus ist der äußerste Spitzenendabschnitt 231F (radial äußerster Abschnitt 241B) des Klauenabschnitts 231 auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet, und ein radial innerster Abschnitt 241C des Aussparungsöffnungsabschnitts 241 ist auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet.

[0172] Die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 ist eine geneigte Fläche, die zur anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) von der radial äußeren Seite zur radial inneren Seite hin vorsteht. Ein radial innerster Abschnitt 226D (ein Teil, der am weitesten zur anderen axialen Seite vorsteht) der geneigten Fläche der Bodenfläche 226 ist an der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet.

[0173] Auf diese Weise ragt die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 an dem radial inneren Seitenabschnitt 226A des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 im Vergleich zu dem radial äußeren Seitenabschnitt 226B des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 weiter zu der anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) vor.

[0174] Das heißt, wenn der axiale Abstand von dem radial innersten Abschnitt 226D der Bodenfläche 226 zum Endabschnitt auf der einen axialen Seite (obere Seite in der Figur) des radial äußersten Abschnitts 241B (äußerste Spitzenendabschnitt 231F) des Aussparungsöffnungsabschnitts 241 als g definiert ist, der axiale Abstand von dem radial innersten Abschnitt 226D der Bodenfläche 226 zum Endabschnitt auf der einen axialen Seite (obere Seite in der Figur) des radial innersten Abschnitts 241C des Aussparungsöffnungsabschnitts 241 als h definiert ist, und der axiale Abstand von dem radial innersten Abschnitt 226D der Bodenfläche 226 zum radial äußersten Abschnitt 226C der Bodenfläche 226 als i definiert ist, sind die Beziehungen von $g > h$ und $i > 0$ erfüllt.

[0175] Bei dieser Konfiguration, wenn die Kugel 6 in den Käfig 210 auf dem plattenförmigen Element 250 eingebaut ist (siehe **Fig. 58** bis **Fig. 61**), sind der Kontaktpunkt zwischen der Kugel 6 und dem äußerste Spitzenendabschnitt 231F (radial äußerster Abschnitt 241B) des Klauenabschnitts 231 des Käfigs 210 und der Kontaktpunkt zwischen dem radial innersten Abschnitt 226D der Bodenfläche (geneigte Fläche) 226 und dem plattenförmigen Element 250 weit voneinander entfernt und die Belastungsrichtung ist nicht ausgeglichen. Daher wird die Kugel 6 in die Aussparung 240 eingesetzt, während der Klauenabschnitt 231 in radialer Richtung nach unten gedrückt wird, so dass der Spalt (radialer Abstand i) zwischen dem radial äußersten Abschnitt 226C der Bodenfläche 226 und dem plattenförmigen Element 250 auf der anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) ausgefüllt wird, um die Belastungsrichtungen auszugleichen. Das heißt, während der äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231 sich auf der radial äußeren Seite befindet, befindet sich der radial innerste Abschnitt 226D der Bodenfläche (geneigte Fläche) 226 auf der radial inneren Seite, und der Klauenabschnitt 231 ist zur radial äußeren Seite geneigt.

[0176] Wenn die Kugeln 6 in den Käfig 210 eingesetzt werden, ist der Klauenabschnitt 231 daher zur radial äußeren Seite geneigt, der Teil der Kugeln 6 mit dem kleinen Durchmesser geht durch den Aussparungsöffnungsabschnitt 241, und somit wird die in den Klauenabschnitten 231 erzeugte Spannung verringert, und die Lebensdauer des Käfigs 210 kann verlängert werden.

(Modifikationsbeispiel der neunten Ausführungsform)

[0177] Darüber hinaus ist in der vorliegenden Ausführungsform der Spitzenendabschnitt 231A des Klauenabschnitts 231 eine geneigte Fläche, die zu einer axialen Seite (obere Seite in der Figur) von der radial inneren Seite zur radial äußeren Seite vorsteht, und dementsprechend steht der Aussparungsöffnungsabschnitt 241 auch zu einer axialen Seite von der radial inneren Seite zur radial äußeren Seite vor. Infolgedessen wurde der äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231 an dem radial äußersten Abschnitt 241B des Aussparungsöffnungsabschnitts 241 positioniert.

[0178] Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diese Konfiguration beschränkt, und wie in **Fig. 68** gezeigt, kann der Spitzenendabschnitt 231A des Klauenabschnitts 231 als eine geneigte Fläche ausgebildet sein, die zu einer axialen Seite (obere Seite in der Figur) von der radial äußeren Seite zur radial inneren Seite vorsteht. In diesem Fall ragt auch der Aussparungsöffnungsabschnitt 241 zu einer axialen Seite von der radial äußeren Seite zur radial inneren Seite vor. Daher ist der äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231, der den Aussparungsöffnungsabschnitt 241 bildet und der der Abschnitt ist, der zuerst in Kontakt kommt, wenn die Kugel 6 eingeführt wird, am radial innersten Abschnitt 241C des Aussparungsöffnungsabschnitts 241 positioniert.

[0179] In diesem Fall befindet sich der äußerste Spitzenendabschnitt 231F (radial innerster Abschnitt 241C) des Klauenabschnitts 231 auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240, und der radial äußerste Abschnitt 241B des Aussparungsöffnungsabschnitts 241 befindet sich auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240.

[0180] Die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 ragt weiter zur anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) am radial äußeren Seitenabschnitt 226B des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 als zum radial inneren Seitenabschnitt 226A des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 vor.

[0181] Insbesondere ist die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 eine geneigte Fläche, die zur anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) von der radial inneren Seite zur radial äußeren Seite hin vorsteht. Ein radial äußerster Abschnitt 226C (ein Teil, der am weitesten zur anderen axialen Seite vorsteht) der geneigten Fläche der Bodenfläche 226 ist an der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet. Bei einer solchen Konfiguration ragt die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 an dem radial äußeren Seitenabschnitt 226B im Vergleich zu dem radial inneren Seitenabschnitt 226A zur anderen axialen Seite (in der Figur unten) vor.

[0182] Bei dieser Konfiguration sind, wenn die Kugel 6 in den Käfig 210 auf dem plattenförmigen Element 250 eingesetzt werden (siehe **Fig. 58** bis **Fig. 61**), der Kontaktpunkt zwischen der Kugel 6 und dem äußerste Spitzenendabschnitt 231F (radial innerster Abschnitt 241C) des Klauenabschnitts 231 des Käfigs 210 und der Kontaktpunkt zwischen dem radial äußersten Abschnitt 226C der Bodenfläche (geneigte Fläche) 226 und dem plattenförmigen Element 250 weit voneinander entfernt, und die Belastungsrichtung ist nicht ausgeglichen. Daher wird die Kugel 6 in die Aussparung 240 eingesetzt, während der Klauenabschnitt 231 in radialer Richtung nach unten gedrückt wird, so dass der Spalt zwischen dem radial innersten Abschnitt 226D der

Bodenfläche 226 und dem plattenförmigen Element 250 auf der anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) ausgefüllt wird, um die Belastungsrichtungen auszugleichen. Das heißt, während der äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231 sich auf der radial inneren Seite befindet, befindet sich der radial äußerste Abschnitt 226C der Bodenfläche (geneigte Fläche) 226 auf der radial äußeren Seite, und der Klauenabschnitt 231 ist zur radial inneren Seite geneigt.

[0183] Daher wird, wenn die Kugeln 6 in den Käfig 210 eingesetzt werden, der Klauenabschnitt 231 zur radial inneren Seite gekippt, der Teil der Kugeln 6 mit kleinem Durchmesser geht durch den Aussparungsöffnungsabschnitt 241, und somit wird die in den Klauenabschnitten 231 erzeugte Spannung reduziert, wodurch sich die Lebensdauer des Käfigs 210 verlängert.

(Zehnte Ausführungsform)

[0184] Fig. 69 offenbart einen Käfig 210 gemäß einer zehnten Ausführungsform. Der Käfig 210 der vorliegenden Ausführungsform unterscheidet sich von dem Käfig 210 der zuvor beschriebenen Ausführungsform dadurch, dass die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 mit dem Vorsprungabschnitt 228 ausgebildet ist und der Spitzenendabschnitt 231A des Klauenabschnitts 231 eine geneigte Fläche ist. Da der Rest der Konfiguration im Wesentlichen die gleiche ist wie die der zuvor beschriebenen Ausführungsform, entfällt deren Beschreibung durch Angeben von Bezugszeichen in den Zeichnungen.

[0185] In der vorliegenden Ausführungsform ist der Spitzenendabschnitt 231A des Klauenabschnitts 231 als eine geneigte Fläche ausgebildet, die auf der einen axialen Seite (in der Figur die Oberseite) von der radial inneren Seite zur radial äußeren Seite vorsteht. Dadurch ragt auch der Aussparungsöffnungsabschnitt 241 zu der einen axialen Seite von der radial inneren Seite zur radial äußeren Seite vor. Daher ist der äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231, der den Aussparungsöffnungsabschnitt 241 bildet und der Teil ist, der zuerst in Kontakt kommt, wenn die Kugel 6 in den Käfig 210 eingeführt wird, am radial äußersten Abschnitt 241B des Aussparungsöffnungsabschnitts 241 angeordnet. Darüber hinaus ist der äußerste Spitzenendabschnitt 231F (radial äußerster Abschnitt 241B) des Klauenabschnitts 231 auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet, und ein radial innerster Abschnitt 241C des Aussparungsöffnungsabschnitts 241 ist auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet.

[0186] Die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 ragt ferner zur anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) am radial inneren Seitenabschnitt 226A des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 im Vergleich zum radial äußeren Seitenabschnitt 226B des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 vor.

[0187] Insbesondere ist der Vorsprungabschnitt 228, der zur anderen axialen Seite hin vorsteht, an der Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 vorgesehen. Darüber hinaus ist der gesamte Vorsprungabschnitt 228 an der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet. Das heißt, dass ein radialer Abstand j von der Außenumfangsfläche 225 des Hauptabschnitts 220 zur Außenumfangsfläche des Vorsprungabschnitts 228 gleich oder größer als die halbe radiale Breite b des Bodens (vertiefte Fläche 223) der Aussparung 240 ($j \geq b/2$) eingestellt ist. Bei einer solchen Konfiguration ragt die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 an dem radial inneren Seitenabschnitt 226A im Vergleich zu dem radial äußeren Seitenabschnitt 226B auf die andere axiale Seite (in der Figur die untere Seite) vor.

[0188] Das heißt, wenn der axiale Abstand von dem radial innersten Abschnitt 226D der Bodenfläche 226 zu dem Endabschnitt auf der einen axialen Seite (obere Seite in der Figur) des radial äußersten Abschnitts 241B (äußerster Spitzenendabschnitt 231F) des Aussparungsöffnungsabschnitts 241 als g definiert ist, der axiale Abstand von dem radial innersten Abschnitt 226D der Bodenfläche 226 zu dem Endabschnitt auf der einen axialen Seite (obere Seite in der Figur) des radial innersten Abschnitts 241C des Aussparungsöffnungsabschnitts 241 als h definiert ist, und der axiale Abstand von dem radial innersten Abschnitt 226D der Bodenfläche 226 zu der Außenumfangsfläche des radial äußersten Abschnitts 226C der Bodenfläche 226 als i definiert ist, sind die Beziehungen von $g > h$ und $i > 0$ erfüllt.

[0189] Bei dieser Konfiguration, wenn die Kugel 6 in den Käfig 210 auf dem plattenförmigen Element 250 eingebaut ist (siehe Fig. 58 bis Fig. 61), sind der Kontaktpunkt zwischen der Kugel 6 und dem äußersten Spitzenendabschnitt 231F (radial äußerster Abschnitt 241B) des Klauenabschnitts 231 des Käfigs 210 und der Kontaktpunkt zwischen dem Vorsprungabschnitt 228 der Bodenfläche (geneigte Fläche) 226 und dem plattenförmigen Element 250 weit voneinander entfernt, und die Belastungsrichtung ist nicht ausgeglichen.

Daher wird die Kugel 6 in die Aussparung 240 eingesetzt, während der Klauenabschnitt 231 in radialer Richtung nach unten gedrückt wird, so dass der Spalt (radialer Abstand i) zwischen dem radial äußersten Abschnitt 226C der Bodenfläche 226 und dem plattenförmigen Element 250 auf der anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) gefüllt wird, um die Belastungsrichtungen auszugleichen. Das heißt, während sich der äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231 auf der radial äußeren Seite befindet, befindet sich der Vorsprungabschnitt 228 der Bodenfläche (geneigte Fläche) 226 auf der radial inneren Seite, und der Klauenabschnitt 231 ist zur radial äußeren Seite geneigt.

[0190] Wenn die Kugeln 6 in den Käfig 210 eingesetzt werden, ist der Klauenabschnitt 231 daher zur radial äußeren Seite geneigt, der Teil der Kugeln 6 mit kleinem Durchmesser geht durch den Aussparungsöffnungsabschnitt 241, und somit wird die in den Klauenabschnitten 231 erzeugte Spannung verringert, und die Lebensdauer des Käfigs 210 kann verlängert werden.

(Modifikationsbeispiel der zehnten Ausführungsform)

[0191] Darüber hinaus ist in der vorliegenden Ausführungsform der Spitzenendabschnitt 231A des Klauenabschnitts 231 eine geneigte Fläche, die zu einer axialen Seite (obere Seite in der Figur) von der radial inneren Seite zu der radial äußeren Seite hin vorsteht, und dementsprechend steht der Aussparungsöffnungsabschnitt 241 auch zu der einen axialen Seite von der radial inneren Seite zu der radial äußeren Seite hin vor. Infolgedessen wurde der äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231 an dem radial äußersten Abschnitt 241B des Aussparungsöffnungsabschnitts 241 positioniert.

[0192] Die vorliegende Erfindung ist jedoch nicht auf diese Konfiguration beschränkt, und wie in **Fig. 70** gezeigt, kann der Spitzenendabschnitt 231A des Klauenabschnitts 231 als eine geneigte Fläche ausgebildet sein, die zu einer axialen Seite (obere Seite in der Figur) von der radial äußeren Seite zur radial inneren Seite vorsteht. In diesem Fall ragt auch der Aussparungsöffnungsabschnitt 241 zu der einen axialen Seite von der radial äußeren Seite zur radial inneren Seite vor. Daher ist der äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231, der den Aussparungsöffnungsabschnitt 241 bildet und der der Abschnitt ist, der zuerst in Kontakt kommt, wenn die Kugel 6 eingeführt wird, am radial innersten Abschnitt 241C des Aussparungsöffnungsabschnitts 241 angeordnet.

[0193] In diesem Fall befindet sich der äußerste Spitzenendabschnitt 231F (radial innerster Abschnitt 241C) des Klauenabschnitts 231 auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240, und der radial äußerste Abschnitt 241B des Aussparungsöffnungsabschnitts 241 befindet sich auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240.

[0194] Die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 ragt weiter zur anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) an dem radial äußeren Seitenabschnitt 226B des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 als zu dem radial inneren Seitenabschnitt 226A des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 vor.

[0195] Insbesondere ist der Vorsprungabschnitt 228, der zur anderen axialen Seite hin vorsteht, an der Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 vorgesehen. Darüber hinaus ist der gesamte Vorsprungabschnitt 228 auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts M der Aussparung 240 angeordnet. Bei einer solchen Konfiguration ragt die Bodenfläche 226 des Hauptabschnitts 220 auf der anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) an dem radial äußeren Seitenabschnitt 226B im Vergleich zu dem radial inneren Seitenabschnitt 226A vor.

[0196] Bei dieser Konfiguration sind, wenn die Kugel 6 in den Käfig 210 auf dem plattenförmigen Element 250 eingesetzt werden (siehe **Fig. 58** bis **Fig. 61**), der Kontaktpunkt zwischen der Kugel 6 und dem äußersten Spitzenendabschnitt 231F (radial innerster Abschnitt 241C) des Klauenabschnitts 231 des Käfigs 210 und der Kontaktpunkt zwischen dem Vorsprungabschnitt 228 der Bodenfläche (geneigte Fläche) 226 und dem plattenförmigen Element 250 weit voneinander entfernt, und die Belastungsrichtung ist nicht ausgeglichen. Daher wird die Kugel 6 in die Aussparung 240 eingesetzt, während der Klauenabschnitt 231 in radialer Richtung nach unten gedrückt wird, so dass der Spalt zwischen dem radial innersten Abschnitt 226D der Bodenfläche 226 und dem plattenförmigen Element 250 auf der anderen axialen Seite (in der Figur die untere Seite) ausgefüllt wird, um die Belastungsrichtungen auszugleichen. Das heißt, während der äußerste Spitzenendabschnitt 231F des Klauenabschnitts 231 sich auf der radial inneren Seite befindet, befindet sich der Vorsprungabschnitt 228 der Bodenfläche (geneigte Fläche) 226 auf der radial äußeren Seite, und der Klauenabschnitt 231 ist zur radial inneren Seite geneigt.

[0197] Wenn die Kugeln 6 in den Käfig 210 eingesetzt werden, ist der Klauenabschnitt 231 daher zur radial inneren Seite geneigt, der Teil der Kugeln 6 mit kleinem Durchmesser geht durch den Aussparungsöffnungsabschnitt 241, und somit wird die in den Klauenabschnitten 231 erzeugte Spannung verringert, und die Lebensdauer des Käfigs 210 kann verlängert werden.

[0198] Im Folgenden wird ein kronenartiger Käfig für ein Kugellager und ein Kugellager gemäß der elften bis vierzehnten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Darüber hinaus gibt es in der Beschreibung einen Abschnitt, in dem der Einfachheit halber beschrieben wird, dass „die Kugeln 6 in die Aussparungen 340 des Käfigs 310 eingesetzt werden“, aber genauer gesagt werden nicht die Kugeln 6 in jede Aussparung 340 des Käfigs 310 eingesetzt, sondern der Käfig 310 wird in das Kugellager 1 eingebaut, indem der Käfig 310 in die Vielzahl von Kugeln 6, die zwischen dem Innenring 3 und dem Außenring 5 des Kugellagers 1 angeordnet sind, eingepasst wird. Es sei darauf hingewiesen, dass in der folgenden Beschreibung auch von „die Kugel 6 wird in die Aussparung 340 eingesetzt“, „die Kugel 6 wird in die Aussparung 340 geschoben“ und dergleichen die Rede ist, was jedoch nur der Einfachheit halber geschieht.

(Elfte Ausführungsform)

[0199] Fig. 71 bis Fig. 74 zeigen einen kronenartigen Käfig für ein Kugellager (im Folgenden auch als „kronenartiger Käfig“ oder einfach „Käfig“ bezeichnet) 310 gemäß der elften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, und Fig. 80 zeigt ein Kugellager 1, auf das dieser kronenartige Käfig für ein Kugellager 310 angewandt wird.

[0200] Bevor der kronenartige Käfig für ein Kugellager 310 beschrieben wird, wird das Kugellager 1 aus Fig. 80 beschrieben. Das Kugellager 1 ist eine Vorrichtung, die die Rotationsteile verschiedener Rotationsmaschinen stützt, und umfasst den Innenring 3, der an seiner Außenumfangsfläche die Innenringlaufbahn 2 aufweist, den konzentrisch zum Innenring 3 angeordneten Außenring 5, der an seiner Innenumfangsfläche die Außenringlaufbahn 4 aufweist, und eine Vielzahl von Kugeln 6, die so angeordnet sind, dass sie zwischen der Innenringlaufbahn 2 und der Außenringlaufbahn 4 frei rollen.

[0201] Jede Kugel 6 wird durch den Käfig 310 drehbar gehalten. Darüber hinaus sind die Außenumfangskanten eines Paares kreisringförmiger Abschirmplatten 7 und 7 jeweils an beiden Endabschnitten der Innenumfangsfläche des Außenrings 5 in axialer Richtung befestigt. Das Paar Abschirmplatten 7 und 7 verhindert, dass Schmiermittel, wie z.B. Fett, das im Lagerraum vorhanden ist, nach außen austritt, und dass Staub, der außerhalb schwebt, in den Lagerraum gelangt. Als Dichtungsvorrichtung kann anstelle der Abschirmplatten 7 und 7 vom Nichtkontakttyp auch eine Dichtung vom Kontakttyp verwendet werden.

[0202] Als nächstes wird der kronenartige Käfig 310 der elften Ausführungsform beschrieben. Als Material für den kronenartigen Käfig 310 wird eine Harzzusammensetzung verwendet, die durch Zugabe von 10 bis 50 Gew.-% eines faserverstärkten Materials (z.B. Glasfaser oder Kohlenstofffaser) zu Harzen wie thermoplastischem Harz, insbesondere Polyamidharzen (z.B. Polyamid 46 und Polyamid 66), Polybutylenterephthalat, Polyphenylsulfid (PPS), Polyetheretherketon (PEEK) und Polyethernitril (PEN) erhalten wird.

[0203] Als Material für den Käfig 310 kann auch ein Harzmaterial mit einem höheren Biegemodul als Polyamid 46 oder Polyamid 66 verwendet werden.

[0204] Insbesondere kann der Käfig 310 aus einer Harzzusammensetzung hergestellt werden, die ein thermoplastisches Harz wie Polyamid 9T (PA9T) und ein faserverstärktes Material enthält. Bei dem faserverstärkten Material handelt es sich vorzugsweise um Kohlenstofffasern mit einem Faserdurchmesser von 6 µm oder mehr und 8 µm oder weniger, die der Harzzusammensetzung in einem Verhältnis von 15 Massenprozent oder mehr und 35 Massenprozent oder weniger zugesetzt werden. Als Kohlenstofffaser wird vorzugsweise eine Faser auf PAN-Basis verwendet, die durch Sintern einer Acrylnitrilfaser gewonnen wird. Polyamid 9T kann erhalten werden, indem eine Kohlenstofffaser „Torayca (eingetragenes Warenzeichen) middle fiber“, hergestellt von Toray Industries, Inc. zu PA9T „Genestar (eingetragenes Warenzeichen)“, hergestellt von Kuraray Co., Ltd., hinzugefügt wird.

[0205] Der Käfig 310 kann aus einer Harzzusammensetzung hergestellt werden, die Polyamid 10T (PA10T) und ein faserverstärktes Material enthält. Bei dem faserverstärkten Material handelt es sich vorzugsweise um eine Glasfaser mit einem Faserdurchmesser von 6 µm oder mehr und 13 µm oder weniger, die in einem Verhältnis von 20 Massenprozent oder mehr und 50 Massenprozent oder weniger der Harzzusammensetzung

zung zugesetzt wird, oder um eine Kohlenstofffaser mit einem Faserdurchmesser von 5 µm oder mehr und 9 µm oder weniger, die in einem Verhältnis von 20 Massenprozent oder mehr und 35 Massenprozent oder weniger der Harzzusammensetzung zugesetzt wird. Darüber hinaus enthält der Käfig 310 vorzugsweise Kupferjodid und/oder Kaliumjodid als Wärmestabilisator auf Jodid-Basis. Als Polyamid 10T kann „XecoT (eingetragenes Warenzeichen)“, hergestellt von Unitika Ltd., das Glasfasern enthält, verwendet werden.

[0206] Als Verfahren zur Herstellung des Käfigs 310 werden ein Spritzgießverfahren unter Verwendung einer Form und ein Herstellungsverfahren mit einem 3D-Drucker beispielhaft beschrieben. Bei der Verwendung des Spritzgießverfahrens wird in der Matrize ein ringförmiger Hohlraum gebildet, der dem Lagerkäfig entspricht, der ein Formkörper ist, ein geschmolzenes Harzmaterial (thermoplastisches Harz) wird aus einem Harzeinspritzkanal eingespritzt, der am Umfangsabschnitt des Hohlrums vorgesehen ist, das Harzmaterial wird abgekühlt und verfestigt, und entsprechend wird der Käfig 310 hergestellt.

[0207] Als nächstes wird die Struktur des kronenartigen Käfigs 310 beschrieben. Wie in den **Fig. 71** und **Fig. 72** gezeigt, umfasst der kronenartige Käfig 310 einen ringförmigen Hauptabschnitt 320 und eine Vielzahl von Säulenabschnitten 330, die in axialer Richtung von der oberen Fläche des Hauptabschnitts 320 in vorbestimmten Abständen in Umfangsrichtung vorstehen. Darüber hinaus weist der kronenartige Käfig 310 eine Vielzahl von kugelförmigen Aussparungen 340 auf, die zwischen den benachbarten Säulenabschnitten 330 und 330 ausgebildet sind und die Kugeln 6 aufnehmen können.

[0208] Ferner weist der kronenartige Käfig 310 ein Paar von Klauenabschnitten 331 auf, die in axialer Richtung vorstehen, um der axialen Öffnung der jeweiligen Aussparungen 340 am Endabschnitt des Säulenabschnitts 330 in axialer Richtung gegenüberzustehen. Die Seite der Aussparung 340 des Klauenabschnitts 331 ist nahtlos mit der Oberfläche der Aussparung 340 verbunden, und die der Aussparung 340 gegenüberliegende Seite des Klauenabschnitts 331 ist über den Verbindungsabschnitt 333 einstückig mit dem Säulenabschnitt 330 verbunden.

[0209] Unter der Annahme, dass der Säulenabschnitt 330 der Mittelpunkt ist, sind die beiden Klauenabschnitte 331 und 331 so geformt, dass sie von beiden Endabschnitten eines Säulenabschnitts 330 in Umfangsrichtung vorstehen. Unter der Annahme jedoch, dass die Aussparung 340 der Mittelpunkt ist, so liegen die beiden Klauenabschnitte 331 und 331 nebeneinander, wobei die Aussparung 340 dazwischenliegt, und die Spitzenendabschnitte 331A und 331A der beiden Klauenabschnitte 331 und 331 sind in Umfangsrichtung voneinander beabstandet. Zwischen den Spitzenendabschnitten 331A und 331A der beiden benachbarten Klauenabschnitte 331 und 331 mit der dazwischenliegenden Aussparung 340 ist ein Zugang 341 mit einer Breite, die kürzer als der Durchmesser der Kugel 6 ist, und zum Einführen der Kugel 6 ausgebildet. Die beiden benachbarten Abschnitte 331 und 331 mit der dazwischenliegenden Aussparung 340 halten die Kugel 6 fest und verhindern dadurch, dass der Käfig 310 in axialer Richtung zwischen dem Außenring 5 und dem Innenring 3 herausrutscht.

[0210] Darüber hinaus ist in der vorliegenden Ausführungsform eine ebene Bodenfläche (Rückfläche, andere axiale Seitenfläche) 322 so definiert, dass sie auf der in axialer Richtung gegenüberliegenden Seite der Fläche positioniert ist, auf der der Säulenabschnitt 330 (die obere Fläche des Hauptabschnitts 320) im Hauptabschnitt 320 ausgebildet ist. Darüber hinaus ist der Abschnitt, der in axialer Richtung vorsteht, an der Bodenfläche 322 des Hauptabschnitts 320 vorgesehen. Das heißt, dass mindestens ein Vorsprung 324 als Vorsprungsabschnitt ausgebildet ist, der von der Bodenfläche 322 in axialer Richtung vorsteht. In der vorliegenden Ausführungsform ist die Vielzahl der Vorsprünge 324 auf der Bodenfläche 322 in vorbestimmten Abständen in Umfangsrichtung des kronenartigen Käfigs 310 ausgebildet. Insbesondere ist jeder Vorsprung 324 an einer Position ausgebildet, die der Aussparung 340 in der Umfangsrichtung entspricht.

[0211] Bei der Anordnung des Kugellagers 1 wird der Käfig 310 in das Kugellager 1 mit dem Innenring 3, dem Außenring 5 und den Kugeln 6 eingesetzt. Wie in den **Fig. 72** und **Fig. 73** gezeigt, kann dies mit einem Modell gleichgesetzt werden, bei dem die Kugel 6 in den Käfig 310 in einem Zustand eingeschoben wird, in dem eine Vorrichtung 350, die die Bodenfläche 322 abstützt, den Käfig 310 in einer vorbestimmten Position fixiert. Da die Breite des Zuganges 341 kürzer ist als der Durchmesser der Kugel 6, weitet sich der Klauenabschnitt 331 zur äußeren Umfangsseite hin auf, und aufgrund von Verformung werden Spannungen und Dehnungen in dem Klauenabschnitt 331 und dem Verbindungsabschnitt 333 erzeugt.

[0212] In der Ausführungsform des Käfigs ist der Vorsprung 324 nicht auf der Bodenfläche ausgebildet, und der Käfig wird in einem Zustand gehalten, in dem die gesamte Bodenfläche in Oberflächenkontakt mit der Vorrichtung ist. Wenn die Kugel in diesem Zustand gedrückt wird, sind die Klauenabschnitte der einzige Teil

des Käfigs, der verformt werden kann, und es wird eine übermäßige Spannung oder Dehnung an den Klauenabschnitten und dem Verbindungsabschnitt erzeugt, sodass die Sorge besteht, dass sich die Lebensdauer des Käfigs 310 verkürzt.

[0213] Um das obige Problem zu lösen, wird das Einführen der Kugel in die Aussparung durch Begrenzung des Ausdehnungsbereichs der Klauenabschnitte in dem Maße durchgeführt, dass die Verringerung der Lebensdauer des Käfigs unterdrückt werden kann. Gemäß dieser Methode sollte jedoch der Durchmesser des Zuganges umso größer gewählt werden, je geringer die Dehnung des für den Käfig verwendeten Harzmaterials ist. Wenn der Durchmesser des Zuganges extrem groß gewählt wird, steigt die Wahrscheinlichkeit, dass sich der Käfig von der Kugel löst, wenn er axialen Schwingungen ausgesetzt ist.

[0214] Andererseits weist der Käfig 310 der elften Ausführungsform Vorsprünge 324 auf, die so ausgebildet sind, dass sie von der Bodenfläche 322 in axialer Richtung vorstehen, und die Vorsprünge 324 sind an Positionen ausgebildet, die den Aussparungen 340 in Umfangsrichtung entsprechen. Wie in **Fig. 72** dargestellt, kommen die Spitzenendabschnitte der Vorsprünge 324 in Kontakt mit der Vorrichtung 350, um den Spalt g zwischen der Bodenfläche 322 des Käfigs 310 und der Vorrichtung 350 zu sichern. Wenn die Kugel 6 aus diesem Zustand in die Aussparung 340 des Käfigs 310 eingeführt wird, wie durch den Pfeil in **Fig. 73** angedeutet, wird der Teil zwischen den Aussparungen 340 und 340, einschließlich des Verbindungsabschnitts 333, in Richtung der Vorrichtung 350 verformt, wobei der Spitzenendabschnitt des Vorsprungs 324 als Drehpunkt dient. Aufgrund dieser Verformungswirkung können die Spannungen und Dehnungen über den gesamten Käfig 310 verteilt werden, und die Spannungen und Dehnungen, die in den Klauenabschnitten 331 und den Verbindungsabschnitten 333 erzeugt werden, können stärker reduziert werden als in dem Käfig gemäß dem Stand der Technik, und es ist möglich, eine Verkürzung der Lebensdauer des Käfigs 310 zu verhindern.

[0215] Ferner wird bei dem Käfig 310 der elften Ausführungsform beim Einsetzen der Kugel 6 der Abschnitt zwischen den Aussparungen 340 und 340 weitgehend verformt, um den Zugang 341 zwischen den beiden Klauenabschnitten 331 und 31 zu erweitern. Daher ist es nicht erforderlich, den Durchmesser des Zugangs 341 zu vergrößern, selbst wenn ein Kunststoffmaterial mit geringer Dehnung verwendet wird. Daher ist es möglich, das Lösen des Käfigs 310 von den Kugeln 6, d.h. dem Kugellager 1, zu unterdrücken, selbst wenn es axialen Vibrationen ausgesetzt ist.

[0216] Mit zunehmender Höhe des Vorsprungs 324 nimmt die Wirkung der Verformung des Klauenabschnitts 331 und des Verbindungsabschnitts 333 zu. Wenn der Käfig 310 jedoch in das Kugellager 1 eingebaut ist und wie in **Fig. 80** gezeigt verwendet wird, ist die Bodenfläche 322 des Käfigs 310 im Allgemeinen einem anderen zugewandten Element 370 wie der Abschirmplatte 7 oder dergleichen in axialer Richtung zugewandt. Wenn die Höhe des Vorsprungs 324 extrem hoch ist, besteht daher die Gefahr, dass der Vorsprung 324 in Kontakt mit dem zugewandten Element 370 kommt. Daher wird, wie in **Fig. 74** gezeigt, die Höhe des Vorsprungs a in axialer Richtung von der Bodenfläche 322 des Vorsprungs 324 vorzugsweise so eingestellt, dass sie kleiner ist als der axiale Abstand b von der Bodenfläche 322 zu dem zugewandten Element 370 ($a < b$). Indem die Beziehung zwischen dem Vorsprung 324, der an dem Käfig 310 in dem Kugellager 1 vorgesehen ist, und der Abschirmplatte 7 (oder Dichtung) auf diese Weise konfiguriert wird, kann die Reibung zwischen dem Vorsprung 324 und der Abschirmplatte 7 (oder Dichtung) während der Drehung des Lagers vermieden werden, und der Verschleiß des Käfigs kann unterdrückt werden.

[0217] Darüber hinaus ist, wie in **Fig. 74** gezeigt, der Vorsprung 324, insbesondere der Spitzenendabschnitt des Vorsprungs 324, vorzugsweise an der Bodenfläche 322 an einer Position P1 auf der Mittellinie L der Aussparung 340 in Umfangsrichtung ausgebildet. Durch das Ausbilden des Vorsprungs 324 an dieser Position werden die Teile auf beiden Seiten der Aussparung 340 gleichmäßig verformt, und die Arbeit des Einführens der Kugel 6 in die Aussparung verläuft reibungslos.

(Zwölfte Ausführungsform)

[0218] **Fig. 75** zeigt einen kronenartigen Käfig 310 gemäß einer zwölften Ausführungsform. In der vorliegenden Ausführungsform sind anstelle des Vorsprungabschnitts 324 mindestens zwei in axialer Richtung geneigte Neigungsflächen 325 und 325 auf der Bodenfläche 322 als Vorsprungabschnitte ausgebildet, und die beiden geneigten Flächen 325 und 325 schneiden sich gegenseitig, um einen oberen Abschnitt 327 zu bilden. Gemäß der vorliegenden Ausführungsform kommt beim Einbau des Käfigs 310 in das Lager, wie in den **Fig. 72** und **Fig. 73** gezeigt, der obere Abschnitt 327 mit der Vorrichtung 350 in Kontakt, und der Spalt g (siehe **Fig. 72** und **Fig. 73**) wird zwischen der Bodenfläche 322 des Käfigs 310 und der Vorrichtung 350 gesi-

chert. Auf diese Weise kann eine Wirkung erzielt werden, die derjenigen der elften Ausführungsform entspricht.

[0219] Die geneigte Fläche 325 ist zwischen dem oberen Abschnitt 327 und einem unteren Abschnitt 329 definiert, der in axialer Richtung am weitesten vom oberen Abschnitt 327 entfernt ist. Das heißt, die geneigte Fläche 325 ist in axialer Richtung zum Säulenabschnitt 330 vom oberen Abschnitt 327 bis zum unteren Abschnitt 329 in Umfangsrichtung geneigt. Mit zunehmender Neigungshöhe c (axiale Höhe) der geneigten Fläche 325 in der axialen Richtung vom unteren Abschnitt 329 zum oberen Abschnitt 327 nimmt die Wirkung der Verformung des Klauenabschnitts 331 und des Verbindungsabschnitts 333 zu. Wenn der Käfig 310 jedoch in das Kugellager 1 eingebaut ist und wie in **Fig. 80** gezeigt verwendet wird, ist die Bodenfläche 322 des Käfigs 310 im Allgemeinen einem anderen zugewandten Element 370 wie der Abschirmplatte 7 oder dergleichen in axialer Richtung zugewandt. Wenn die Neigungshöhe c der geneigten Fläche 325 extrem hoch ist, besteht daher die Sorge, dass der obere Abschnitt 327 mit dem zugewandten Element 370 in Kontakt kommt. Daher wird, wie in **Fig. 75** gezeigt, die Neigungshöhe c der geneigten Fläche 325 vorzugsweise so eingestellt, dass sie kleiner ist als der axiale Abstand b von dem unteren Abschnitt 329 zu dem zugewandten Element 370 ($c < b$).

[0220] Ferner ist, wie in **Fig. 75** gezeigt, der obere Abschnitt 327 vorzugsweise an der Bodenfläche 322 an der Position auf der Mittellinie L der Aussparung 340 in Umfangsrichtung ausgebildet. Durch das Ausbilden des oberen Abschnitts 327 an dieser Position werden die Teile auf beiden Seiten der Aussparung 340 in der Umfangsrichtung gleichmäßig verformt, und die Arbeit des Einsetzens der Kugel 6 in die Aussparung 340 erfolgt reibungslos.

[0221] Wenn die Bodenfläche 322 bei Verwendung des Käfigs 310 einem anderen zugewandten Element 370 zugewandt ist, werden außerdem zwei Bodenflächen-Zwischenpositionen $P2$ der Bodenfläche 322, die auf einer Zwischenposition M zwischen jeder der beiden anderen Aussparungen 340, an die die Aussparung 340 in Umfangsrichtung angrenzt, positioniert sind, und eine Mittelposition $P3$ des zugewandten Elements, die auf der Mittellinie L der Aussparung 340 in Umfangsrichtung des zugewandten Elements 370 positioniert ist, definiert. In diesem Zustand sind die beiden geneigten Flächen 325 und 325 und der obere Abschnitt 327 vorzugsweise in einem Gebiet angeordnet, das von dem Linienabschnitt $P2$ - $P2$ und den beiden Linienabschnitten $P2$ - $P3$ und $P2$ - $P3$ in Umfangsrichtung umgeben ist. Wenn die beiden geneigten Flächen 325 und 325 und der obere Abschnitt 327 außerhalb dieses Gebiets ausgebildet sind, besteht zum Zeitpunkt des Einbaus des Käfigs 310 in das Lager, wie in den **Fig. 72** und **Fig. 73** gezeigt, die Sorge, dass kein ausreichender Spalt zwischen der Vorrichtung 350 und dem Käfig 310 sichergestellt werden kann, wodurch eine reibungslose Verformung des Käfigs 310 behindert wird.

[0222] Ferner ist in der vorliegenden Ausführungsform an jeder Umfangsposition, an der der Säulenabschnitt 330 ausgebildet ist, ein gedünnter Abschnitt 322a von der Bodenfläche 322 in Richtung des Säulenabschnitts 330 ausgebildet.

(Dreizehnte Ausführungsform)

[0223] **Fig. 76** zeigt einen kronenartiger Käfig 310 gemäß einer dreizehnten Ausführungsform. In der vorliegenden Ausführungsform sind die beiden Vorsprünge 324 und 324 als Vorsprungabschnitte entsprechend der Aussparung 340 in Umfangsrichtung positioniert, jedoch symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie L an Positionen außerhalb der Position auf der Mittellinie L der Aussparung 340 in Umfangsrichtung ausgebildet. Gemäß einer solchen Konfiguration sind die beiden Vorsprünge 324 und 324 während der in den **Fig. 72** und **Fig. 73** gezeigten Arbeit in Kontakt mit der Vorrichtung 350, und somit kann der Käfig 310 stabil verformt werden. Außerdem werden die Teile auf beiden Seiten der Aussparung 340 in Umfangsrichtung gleichmäßig verformt, so dass das Einführen der Kugel 6 in die Aussparung 340 reibungslos verläuft. Darüber hinaus ist die Anzahl der Vorsprünge 324 nicht auf zwei beschränkt, sondern es kann eine beliebige Anzahl von Vorsprüngen 324 vorgesehen werden.

[0224] Auch in der vorliegenden Ausführungsform ist, so wie in der zwölften Ausführungsform, die Vielzahl der Vorsprünge 324 vorzugsweise in einem Gebiet angeordnet, das von dem Liniensegment $P2$ - $P2$ und zwei Liniensegmenten $P2$ - $P3$ und $P2$ - $P3$ in Umfangsrichtung umgeben ist. Wenn die Vielzahl der Vorsprünge 324 und 324 außerhalb dieses Gebietes gebildet werden, besteht zum Zeitpunkt des Einbaus des Käfigs 310 in das Lager, wie in den **Fig. 72** und **Fig. 73** gezeigt, die Sorge, dass ein ausreichender Spalt zwischen der Vorrichtung 350 und dem Käfig 310 nicht gesichert werden kann, wodurch eine reibungslose Verformung des Käfigs 310 behindert wird.

[0225] Darüber hinaus sind bei dem kronenartigen Käfig 310 der elften Ausführungsform, wie auch bei der zwölften und dreizehnten Ausführungsform, die Vorsprünge 324 vorzugsweise in dem Gebiet angeordnet, das von dem Liniensegment P2-P2 und den beiden Liniensegmenten P2-P3 und P2-P3 in Umfangsrichtung umgeben ist.

(Vierzehnte Ausführungsform)

[0226] Fig. 77 zeigt einen kronenförmigen Käfig 310 gemäß einer vierzehnten Ausführungsform. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Vorsprung 324 als Vorsprungabschnitt ein flacher Vorsprung und weist eine flache Spitzendfläche auf. Im gezeigten Beispiel ist die Umfangsbreite des Vorsprungs 324 im Wesentlichen gleich der Umfangsbreite der Aussparung 340, kann aber in geeigneter Weise vergrößert oder verkleinert werden. Gemäß einem solchen Aspekt kommt die flache Spitzendfläche des Vorsprungs 324 beim Einbau des Käfigs 310 in das Lager, wie in den Fig. 72 und Fig. 73 gezeigt, mit der Vorrichtung 350 in Kontakt, so dass der Käfig 310 in einem stabilen Zustand verformt werden kann. Darüber hinaus ist auch in der vorliegenden Ausführungsform, wie in der zwölften und dreizehnten Ausführungsform beschrieben, der flache Vorsprung 324 vorzugsweise in einem Gebiet angeordnet, das von dem Liniensegment P2-P2 und zwei Liniensegmenten P2-P3 und P2-P3 in Umfangsrichtung umgeben ist. Wenn der flache Vorsprung 324 außerhalb dieses Gebietes gebildet wird, besteht zum Zeitpunkt des Einbaus des Käfigs 310 in das Lager, wie in den Fig. 72 und Fig. 73 gezeigt, die Sorge, dass ein ausreichender Spalt zwischen der Vorrichtung 350 und dem Käfig 310 nicht gesichert werden kann, wodurch eine Verformung des Käfigs 310 verhindert wird.

[0227] Darüber hinaus ist der Vorsprung 324, wie in Fig. 78 gezeigt, vorzugsweise zwischen zwei Verbindungsabschnitten 333 ausgebildet, die durch ein Gebiet d in Umfangsrichtung gekennzeichnet sind. Das heißt, der Vorsprung 324 ist an einer Position angeordnet, die die Aussparung 340, das Paar von Klauenabschnitten 331 und 331 und den Verbindungsabschnitt 333 in der Umfangsrichtung überlappt. Wenn der Vorsprung 324 außerhalb dieses Gebietes gebildet wird, besteht zum Zeitpunkt des Einbaus des Käfigs 310 in das Lager, wie in den Fig. 72 und Fig. 73 gezeigt, die Sorge, dass der Käfig 310 gedehnt wird, und die Verformung des Käfigs 310 wird unterdrückt. Darüber hinaus ist der Vorsprung 324 der elften Ausführungsform (siehe Fig. 71 bis Fig. 74) und der dreizehnten Ausführungsform (siehe Fig. 76) in ähnlicher Weise bevorzugt zwischen den beiden Verbindungsabschnitten 333 in Umfangsrichtung ausgebildet, obwohl Fig. 78 anhand der Konfiguration der vierzehnten Ausführungsform erläutert wird.

[0228] Die Vorsprünge 324 müssen nicht in radialer Richtung zwischen einer inneren Durchmesserfläche 311 und einer äußeren Durchmesserfläche 312 verbunden sein, sondern sind teilweise zwischen der inneren Durchmesserfläche 311 und der äußeren Durchmesserfläche 312 in radialer Richtung ausgebildet, wie in Fig. 79 gezeigt.

[0229] Der Vorsprungabschnitt der vorliegenden Erfindung kann ein Teil sein, das von der Bodenfläche 322 an einer Position vorsteht, die der Aussparung 340 in der Umfangsrichtung entspricht, und die spezifische Form des Vorsprungabschnitts ist nicht besonders begrenzt. Beispiele für den Vorsprungabschnitt sind der Vorsprung, bei dem das Spitzendabschnitt gekrümmt ist, wie in den Fig. 71 bis Fig. 74 und Fig. 76 gezeigt, ein flacher Vorsprung, wie in den Fig. 77 und Fig. 78 gezeigt, und ein oberer Abschnitt, der aus zwei geneigten Flächen besteht, wie in Fig. 75 gezeigt, aber es kann auch der Vorsprung oder dergleichen mit einer gekrümmten Fläche (Bogenfläche) mit gekrümmten Seitenflächen verwendet werden. Außerdem kann die geneigte Fläche 325 nicht nur eine gerade geneigte Fläche, sondern auch eine gekrümmte geneigte Fläche sein. Der obere Abschnitt 327, der durch den Schnittpunkt der geneigten Flächen 325 und 325 gebildet wird, kann ebenfalls eine gekrümmte Fläche sein.

[0230] Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die zuvor beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, und Kombinationen der Konfigurationen der Ausführungsformen untereinander, Modifikationen und Anwendungen durch den Fachmann auf der Grundlage der Beschreibungen in der Beschreibung und der bekannten Techniken werden ebenfalls von der vorliegenden Erfindung in Betracht gezogen und sind im Schutzzumfang enthalten.

[0231] Die vorliegende Anmeldung beruht auf der am 18. Januar 2021 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 2021- 005 914, der am 18. Januar 2021 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 2021- 005 915 und der am 15. März 2021 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 2021- 041 572, deren Inhalte hier durch Bezugnahme aufgenommen sind.

Bezugszeichenliste

| | |
|------|--------------------------------------|
| 1 | Kugellager |
| 2 | Innenringlaufbahn |
| 3 | Innenring |
| 4 | Außenringlaufbahn |
| 5 | Außenring |
| 6 | Kugel |
| 7 | Abschirmplatte (zugewandtes Element) |
| 10 | kronenartiger Käfig für Kugellager |
| 20 | Hauptabschnitt |
| 21 | Obere Fläche |
| 23 | Vertiefte Fläche |
| 24 | Innenumfangsfläche |
| 25 | Außenumfangsfläche |
| 26 | Bodenfläche |
| 27 | Abschnitt der Öffnung |
| 28 | Erster Vorsprungabschnitt |
| 29 | Zweiter Vorsprungabschnitt |
| 29A | Basisabschnitt |
| 29B | Spitzenendfläche |
| 30 | Säulenabschnitt |
| 31 | Klauenabschnitt |
| 31A | Spitzenendabschnitt |
| 31B | Erste Umfangsfläche |
| 31C | Zweite Umfangsfläche |
| 31D | Äußere Umfangsfläche |
| 31E | Innenumfangsfläche |
| 33 | Verbindungsabschnitt |
| 33A | Obere Fläche |
| 40 | Aussparung |
| 41 | Zugang |
| 210 | kronenartiger Käfig für Kugellager |
| 220 | Hauptabschnitt |
| 221 | Obere Fläche |
| 223 | Vertiefte Fläche |
| 224 | Innenumfangsfläche |
| 225 | Außenumfangsfläche |
| 226 | Bodenfläche |
| 226A | Radiales Innenseitenabschnitt |
| 226B | Radial äußerer Teil der Außenseite |

| | |
|------|---------------------------------------|
| 226C | Radial äußerster Abschnitt |
| 226D | Radial innerster Abschnitt |
| 228 | Vorsprungabschnitt |
| 230 | Säulenabschnitt |
| 231 | Klauenabschnitt |
| 231A | Spitzenendabschnitt |
| 231B | Erste Umfangsfläche |
| 231C | Zweite Umfangsfläche |
| 231D | Äußere Umfangsfläche |
| 231E | Innenumfangsfläche |
| 231F | Größter Spitzenendabschnitt |
| 233 | Verbindungsabschnitt |
| 240 | Aussparung |
| 241 | Aussparungsöffnungsabschnitt |
| 241A | Aussparungsöffnungsdurchmesser |
| 241B | Radial äußerster Abschnitt |
| 241C | Radial innerster Abschnitt |
| 250 | Plattenförmiges Element |
| 310 | kronenartiger Käfig für Kugellager |
| 311 | Innendurchmesser der Oberfläche |
| 312 | Äußere Oberfläche |
| 320 | Hauptabschnitt |
| 322 | Bodenfläche |
| 322a | Gedünnter Abschnitt |
| 324 | Vorsprung (Vorsprungabschnitt) |
| 325 | Schräge Fläche |
| 327 | Oberer Abschnitt (Vorsprungabschnitt) |
| 329 | Unterer Abschnitt |
| 330 | Säulenabschnitt |
| 331 | Klauenabschnitt |
| 333 | Verbindungsabschnitt |
| 340 | Aussparung |
| 341 | Zugang |
| 350 | Vorrichtung |
| 370 | Zugewandtes Element |

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

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

Zitierte Patentliteratur

- JP 2008 [0012]
- JP 274977 A [0012]
- JP 5436204 B [0012]
- JP 2010 [0012]
- JP 156439 A [0012]
- JP 2021 [0231]
- JP 005914 [0231]
- JP 2021005915 [0231]
- JP 2021041572 [0231]

Patentansprüche

1. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager, der aus Harz hergestellt ist, umfassend:
einen ringförmigen Hauptabschnitt;
eine Vielzahl von Säulenabschnitten, die in einer axialen Richtung von dem Hauptabschnitt in vorbestimmten Abständen in einer Umfangsrichtung vorstehen; und
eine kugelförmige Aussparung, die zwischen den benachbarten Abschnitten der Säule ausgebildet ist und eine Kugel aufnehmen kann, wobei
der Säulenabschnitt ein Paar von Klauenabschnitten, deren Spitzenendabschnitte voneinander beabstandet sind, und einen Verbindungsabschnitt, der das Paar von Klauenabschnitten verbindet, aufweist, und
eine Bodenfläche des Hauptabschnitts mit einem Abschnitt ausgebildet ist, der in axialer Richtung vorsteht.
2. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 1, wobei
ein erster Vorsprungabschnitt, der in die axiale Richtung vorsteht, an einem radial äußeren Abschnitt der Bodenfläche des Hauptabschnitts vorgesehen ist, und
zumindest ein Teil des ersten Vorsprungabschnitts die Aussparung in Umfangsrichtung und radialer Richtung überlappt.
3. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei
zwischen den Spitzenendabschnitten der beiden benachbarten Klauenabschnitte, die die Aussparung bilden, ein Zugang vorgesehen ist, dessen Breite kürzer ist als der Durchmesser der Kugel und der zum Einführen der Kugel dient,
ein Krümmungsradius einer kugelförmigen vertieften Fläche der Aussparung größer ist als ein Krümmungsradius einer Rollfläche der Kugel,
ein Außendurchmesser D1 des Klauenabschnitts kleiner ist als ein Außendurchmesser D2 des Hauptabschnitts,
eine radiale Breite t1 des Klauenabschnitts $\frac{1}{2}$ oder weniger einer radialen Breite t2 des Hauptabschnitts ist, und
eine axiale Breite H1 von einer oberen Fläche des Verbindungsabschnitts des Säulenabschnitts zu der Bodenfläche des Hauptabschnitts $\frac{1}{2}$ oder weniger einer axialen Breite H2 des kronenartigen Käfigs für ein Kugellager ist.
4. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 2, wobei der erste Vorsprungabschnitt entlang des gesamten Umfangs auf dem radial äußeren Seitenabschnitt der Bodenfläche des Hauptabschnitts vorgesehen ist.
5. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 2 oder 4, wobei
die Bodenfläche des Hauptabschnitts mit einem zweiten Vorsprungabschnitt ausgebildet ist, der in axialer Richtung vorsteht,
zumindest ein Teil des zweiten Vorsprungabschnitts die Aussparung in der Umfangsrichtung und der radialen Richtung überlappt, und
der erste Vorsprungabschnitt weiter von dem zweiten Vorsprungabschnitt in der axialen Richtung vorsteht.
6. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 5, wobei ein radialer Bereich und ein Umfangsbereich, in denen der zweite Vorsprungabschnitt ausgebildet ist, im Wesentlichen dieselben sind wie ein radialer Bereich und ein Umfangsbereich, in denen eine vertiefte Oberfläche des Hauptabschnitts, der die Aussparung bildet, ausgebildet ist.
7. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei der Hauptabschnitt mit einem Öffnungsabschnitt zwischen den benachbarten Aussparungen ausgebildet ist.
8. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei eine axiale Breite H1 von einer oberen Fläche des Verbindungsabschnitts des Säulenabschnitts zu der Bodenfläche des Hauptabschnitts größer ist als eine axiale Breite H3 des Hauptabschnitts an einem unteren Abschnitt der Aussparung.
9. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei eine radiale Breite des Klauenabschnitts von der Seite des Hauptabschnitts in Richtung der Seite des Spitzenendabschnitts des Klauenabschnitts abnimmt.

10. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der Klauenabschnitt eine erste Umfangsfläche, die die Aussparung bildet, und eine zweite Umfangsfläche, die der ersten Umfangsfläche gegenüberliegt, aufweist, und in den beiden benachbarten Klauenabschnitten, die die Aussparung bilden, ein Umfangsabstand zwischen den beiden zweiten Umfangsflächen von der Seite des Hauptabschnitts in Richtung der Seite des Spitzenendabschnitts des Klauenabschnitts abnimmt.

11. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 1, wobei ein Aussparungsöffnungsabschnitt, der einen Aussparungsöffnungsdurchmesser, der kürzer als ein Durchmesser der Kugel ist, aufweist und dem Einführen der Kugel in Richtung der anderen axialen Seite dient, die der einen axialen Seite gegenüberliegt, zwischen den Spitzenendabschnitten der beiden benachbarten Klauenabschnitte, die die Aussparung bilden, vorgesehen ist, von den Spitzenendabschnitten des Klauenabschnitts ein Abschnitt, der den Aussparungsöffnungsabschnitt bildet und der beim Einführen der Kugel in Richtung der anderen axialen Seite zuerst berührt wird, als ein äußerster Spitzenendabschnitt definiert ist, wenn der äußerste Spitzenendabschnitt auf einer radial inneren Seite eines radial mittleren Abschnitts der Aussparung positioniert ist, die Bodenfläche des Hauptabschnitts zu der anderen axialen Seite an einem radial äußeren Seitenabschnitt des radial mittleren Abschnitts der Aussparung im Vergleich zu einem radial inneren Seitenabschnitt des radial mittleren Abschnitts der Aussparung vorsteht, und wenn der äußerste Spitzenendabschnitt auf einer radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung positioniert ist, die Bodenfläche des Hauptabschnitts zu der anderen axialen Seite an dem radial inneren Seitenabschnitt des radial mittleren Abschnitts der Aussparung im Vergleich zu dem radial äußeren Seitenabschnitt des radial mittleren Abschnitts der Aussparung vorsteht.

12. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 11, wobei der äußerste Spitzenendabschnitt des Klauenabschnitts sich flach in der radialen Richtung erstreckt, und der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt des Klauenabschnitts auf der radial inneren Seite oder der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

13. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 12, wobei der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt des Klauenabschnitts an der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist, ein Vorsprungsabschnitt, der zu der anderen axialen Seite vorsteht, an der Bodenfläche des Hauptabschnitts vorgesehen ist, und der gesamte Vorsprungsabschnitt auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

14. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 12, wobei der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt des Klauenabschnitts an der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist, ein Vorsprungsabschnitt, der zu der anderen axialen Seite vorsteht, an der Bodenfläche des Hauptabschnitts vorgesehen ist, und der gesamte Vorsprungsabschnitt auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung positioniert ist.

15. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 12, wobei der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt des Klauenabschnitts an der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist, die Bodenfläche des Hauptabschnitts eine geneigte Fläche ist, die zu der anderen axialen Seite von der radial inneren Seite zu der radial äußeren Seite vorsteht, und ein radial äußerster Abschnitt der geneigten Fläche der Bodenfläche auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

16. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 12, wobei der gesamte äußerste Spitzenendabschnitt des Klauenabschnitts auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist, die Bodenfläche des Hauptabschnitts eine geneigte Fläche ist, die zu der anderen axialen Seite von der radial äußeren Seite zu der radial inneren Seite vorsteht, und ein radial innerster Abschnitt der geneigten Fläche der Bodenfläche auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

17. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 11, wobei da der Aussparungsöffnungsabschnitt zu der einen axialen Seite von der radial inneren Seite zu der radial äußeren Seite vorsteht, der äußerste Spitzenendabschnitt an dem radial äußersten Abschnitt des Aussparungsöffnungsabschnitts positioniert ist, und der äußerste Spitzenendabschnitt auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung positioniert ist.

18. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 17, wobei die Bodenfläche des Hauptabschnitts eine geneigte Fläche ist, die zur anderen axialen Seite von der radial äußeren Seite zur radial inneren Seite vorsteht, und der radial innerste Abschnitt der geneigten Fläche der Bodenfläche auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

19. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 17, wobei an der Bodenfläche des Hauptabschnitts ein Vorsprungsabschnitt vorgesehen ist, der zu der anderen axialen Seite hin vorsteht, und der gesamte Vorsprungsabschnitt an der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

20. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 11, wobei da der Aussparungsöffnungsabschnitt zu der einen axialen Seite von der radial äußeren Seite zu der radial inneren Seite vorsteht, der äußerste Spitzenendabschnitt an dem radial innersten Abschnitt des Aussparungsöffnungsabschnitts positioniert ist, und der äußerste Spitzenendabschnitt auf der radial inneren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung positioniert ist.

21. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 20, wobei die Bodenfläche des Hauptabschnitts eine geneigte Fläche ist, die auf der anderen axialen Seite von der radial inneren Seite zur radial äußeren Seite vorsteht, und der radial äußerste Abschnitt der geneigten Fläche der Bodenfläche auf der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

22. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 20, wobei an der Bodenfläche des Hauptabschnitts ein Vorsprungsabschnitt ausgebildet ist, der zu der anderen axialen Seite hin vorsteht, und der gesamte Vorsprungsabschnitt an der radial äußeren Seite des radial mittleren Abschnitts der Aussparung angeordnet ist.

23. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Ansprüche 13, 14, 19 und 22, wobei zumindest ein Teil des Vorsprungsabschnitts die Aussparung in der Umfangsrichtung und der radialen Richtung überlappt.

24. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 23, wobei der Vorsprungsabschnitt entlang des gesamten Umfangs an der Bodenfläche des Hauptabschnitts vorgesehen ist.

25. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 1, der aus Harz hergestellt ist, wobei ein Zugang mit einer Breite, die kürzer ist als der Durchmesser der Kugel, und zum Einführen der Kugel zwischen den Spitzenendabschnitten der beiden benachbarten Klauenabschnitte ausgebildet ist, wobei die Aussparung dazwischen angeordnet ist, und mindestens ein Vorsprungsabschnitt so ausgebildet ist, dass er in der axialen Richtung von der Bodenfläche des Hauptabschnitts an einer Position vorsteht, die der Aussparung in der Umfangsrichtung entspricht.

26. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 25, wobei die Bodenfläche einem anderen zugewandten Element zugewandt ist, wenn der kronenartige Käfig für ein Kugellager verwendet wird, und eine Vorsprungshöhe des Vorsprungsabschnitts in der axialen Richtung kleiner ist als ein axialer Abstand von der Bodenfläche zu dem anderen zugewandten Element.

27. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 25 oder 26, wobei der Vorsprungsabschnitt an einer Position auf einer Mittellinie der Aussparung in der Umfangsrichtung ausgebildet ist.

28. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 25 oder 26, wobei eine Vielzahl der Vorsprungabschnitte symmetrisch in Bezug auf die Mittellinie an Positionen ausgebildet ist, die von der Position auf der Mittellinie der Aussparung in der Umfangsrichtung abweichen.

29. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Ansprüche 25 bis 28, wobei die Bodenfläche einem anderen zugewandten Element zugewandt ist, wenn der kronenartige Käfig für ein Kugellager verwendet wird, zwei Bodenflächen-Zwischenpositionen P2 der Bodenfläche, die auf einer Zwischenposition zwischen jeder der beiden anderen Aussparungen positioniert sind, an die die Aussparung in der Umfangsrichtung angrenzt, und eine Mittelposition P3 des zugewandten Elements, die auf der Mittellinie der Aussparung in der Umfangsrichtung des anderen zugewandten Elements positioniert ist, definiert sind, und ein Spitzenendabschnitt des Vorsprungabschnitts in einem Gebiet positioniert ist, das von einem Liniensegment P2-P2 und zwei Liniensegmenten P2-P3 in der Umfangsrichtung umgeben ist.

30. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Ansprüche 25 bis 29, wobei der Vorsprungabschnitt in einem Gebiet der Breite des Zuganges in der Umfangsrichtung ausgebildet ist.

31. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 1, der aus Harz hergestellt ist, wobei ein Zugang mit einer Breite, die kürzer als der Durchmesser der Kugel ist, und zum Einführen der Kugel zwischen den Spitzenendabschnitten der beiden benachbarten Klauenabschnitte ausgebildet ist, wobei die Aussparung dazwischen angeordnet ist, und mindestens zwei in axialer Richtung geneigte Flächen an der Bodenfläche des Hauptabschnitts ausgebildet sind und sich die beiden geneigten Flächen zur Bildung eines oberen Abschnitts schneiden.

32. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 31, wobei die Bodenfläche einem anderen zugewandten Element zugewandt ist, wenn der kronenartige Käfig für ein Kugellager verwendet wird, die geneigte Fläche zwischen dem oberen Abschnitt und einem in axialer Richtung am weitesten vom oberen Abschnitt entfernten unteren Abschnitt definiert ist, und eine Neigungshöhe der geneigten Fläche in der axialen Richtung kleiner ist als ein axialer Abstand von dem unteren Abschnitt zu dem anderen zugewandten Element.

33. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß Anspruch 31 oder 32, wobei der obere Abschnitt an einer Position auf einer Mittellinie der Aussparung in der Umfangsrichtung ausgebildet ist.

34. Kronenartige Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Ansprüche 31 bis 33, wobei die Bodenfläche einem anderen zugewandten Element zugewandt ist, wenn der kronenartige Käfig für ein Kugellager verwendet wird, zwei Bodenflächen-Zwischenpositionen P2 der Bodenfläche, die auf einer Zwischenposition zwischen jeder der beiden anderen Aussparungen positioniert sind, an die die Aussparung in der Umfangsrichtung angrenzt, und eine Mittelposition P3 des zugewandten Elements, die auf der Mittellinie der Aussparung in der Umfangsrichtung des anderen zugewandten Elements positioniert ist, definiert sind, und die beiden geneigten Flächen in einem Gebiet positioniert sind, das von einem Liniensegment P2-P2 und zwei Liniensegmenten P2-P3 in der Umfangsrichtung umgeben ist.

35. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Ansprüche 1 bis 34, der aus thermoplastischem Kunststoff gebildet ist.

36. Kronenartiger Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Ansprüche 1 bis 34, der aus einem thermoplastischen Kunststoff, dem ein faserverstärktes Material zugesetzt ist, gebildet ist.

37. Kronenartige Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Ansprüche 1 bis 34, der aus einer Harzzusammensetzung, die Polyamid 9T und ein faserverstärktes Material enthält, gebildet ist.

38. Kronenartige Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Ansprüche 1 bis 34, der aus einer Harzzusammensetzung, die Polyamid 10T und ein faserverstärktes Material enthält, gebildet ist.

39. Kugellager, umfassend:
einen Außenring;
einen Innenring;

eine Vielzahl von Kugeln, die zwischen dem Außenring und dem Innenring angeordnet sind; und den kronenartigen Käfig für ein Kugellager gemäß einem der Ansprüche 1 bis 38.

Es folgen 52 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

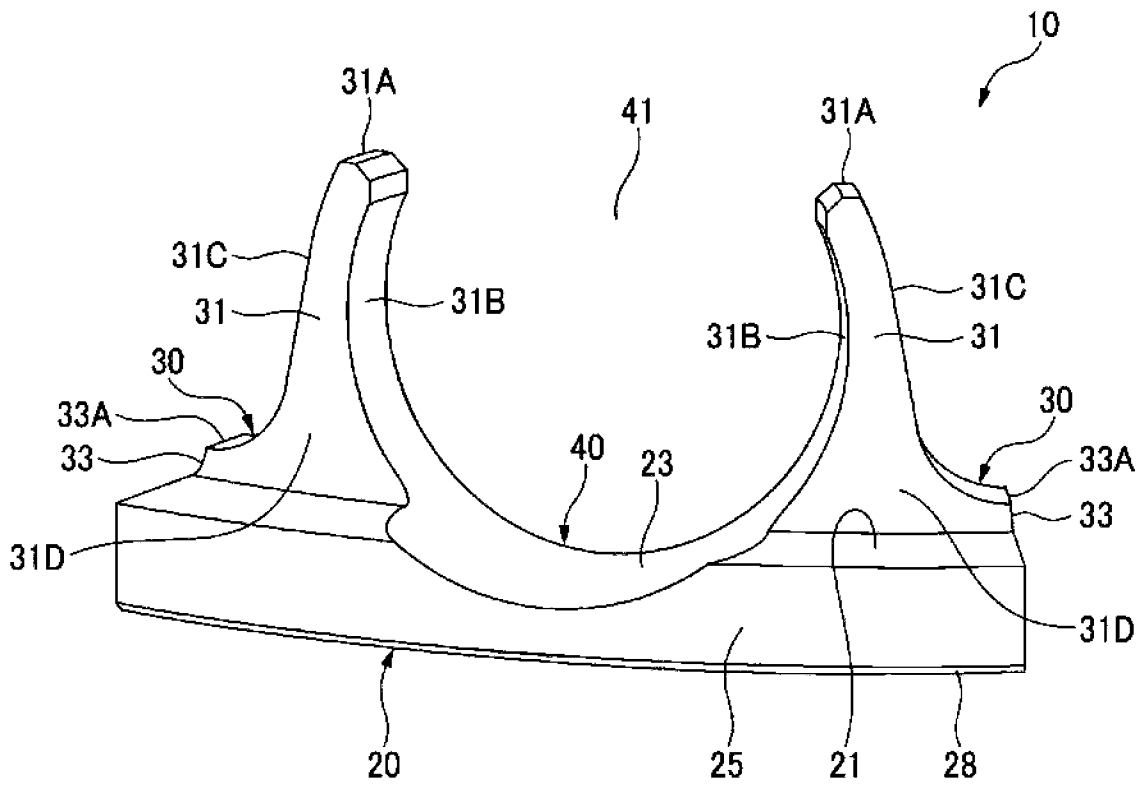


FIG.2

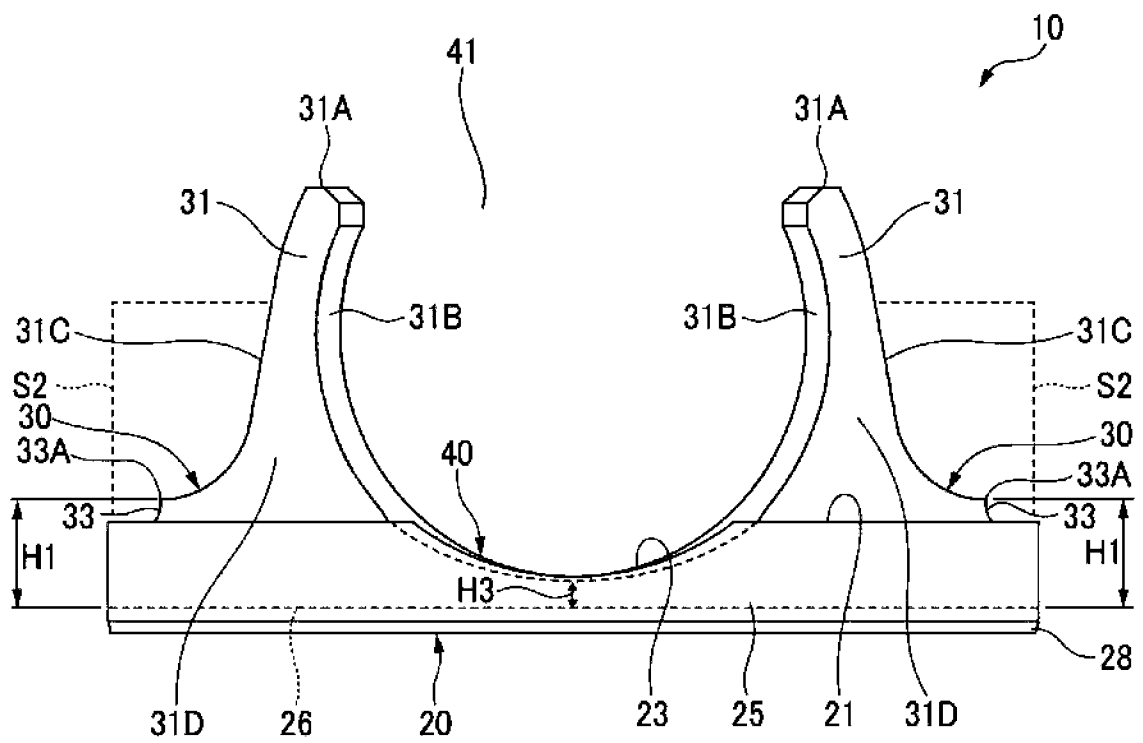


FIG.3

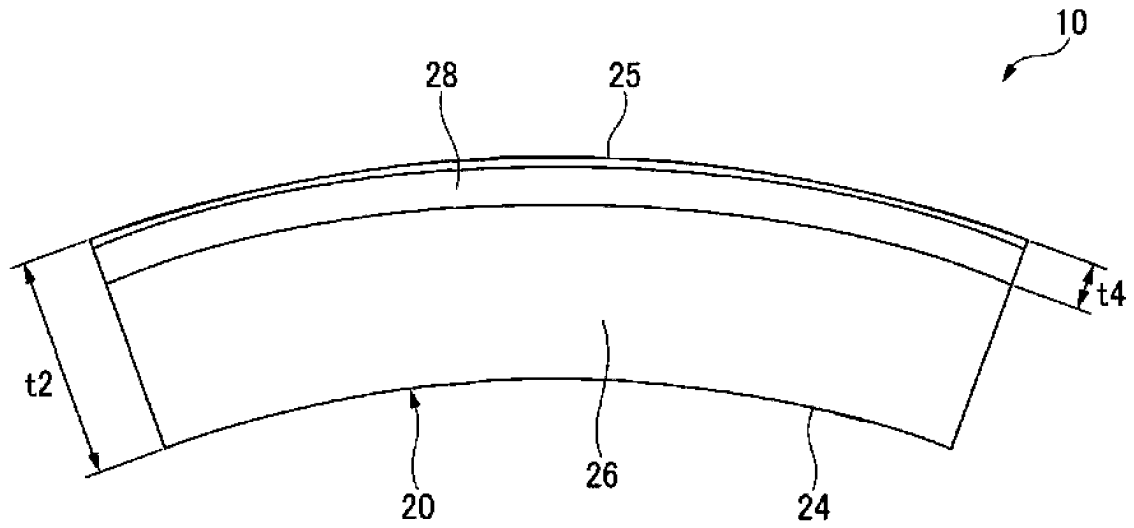


FIG.4

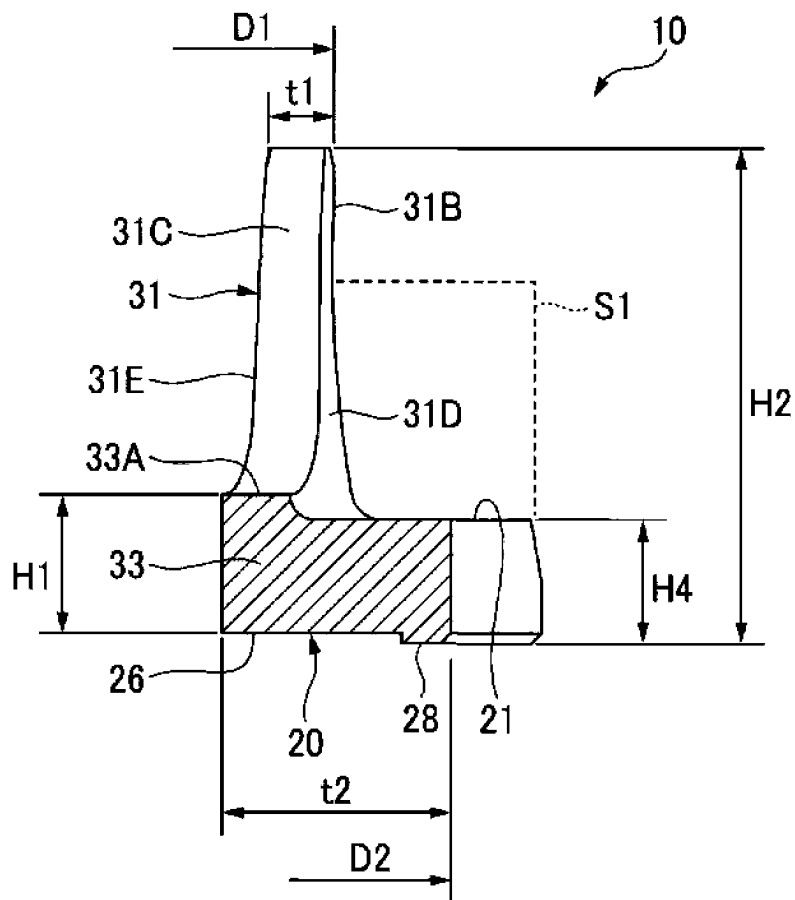


FIG.5

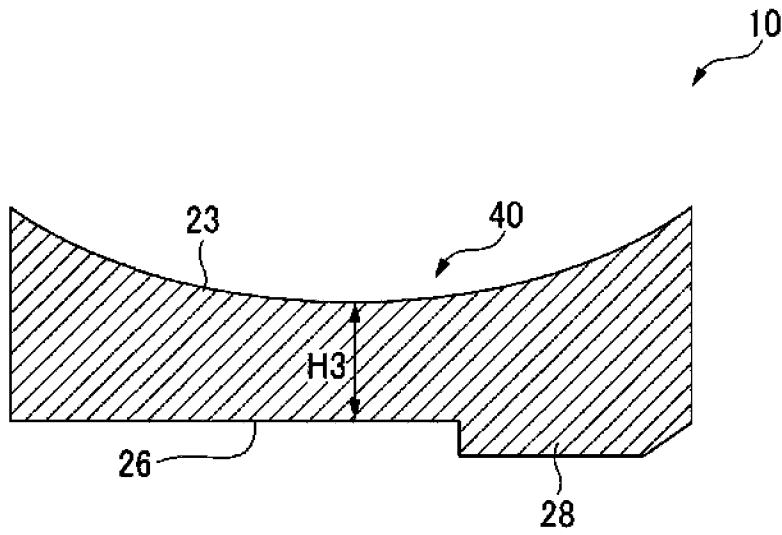


FIG.6

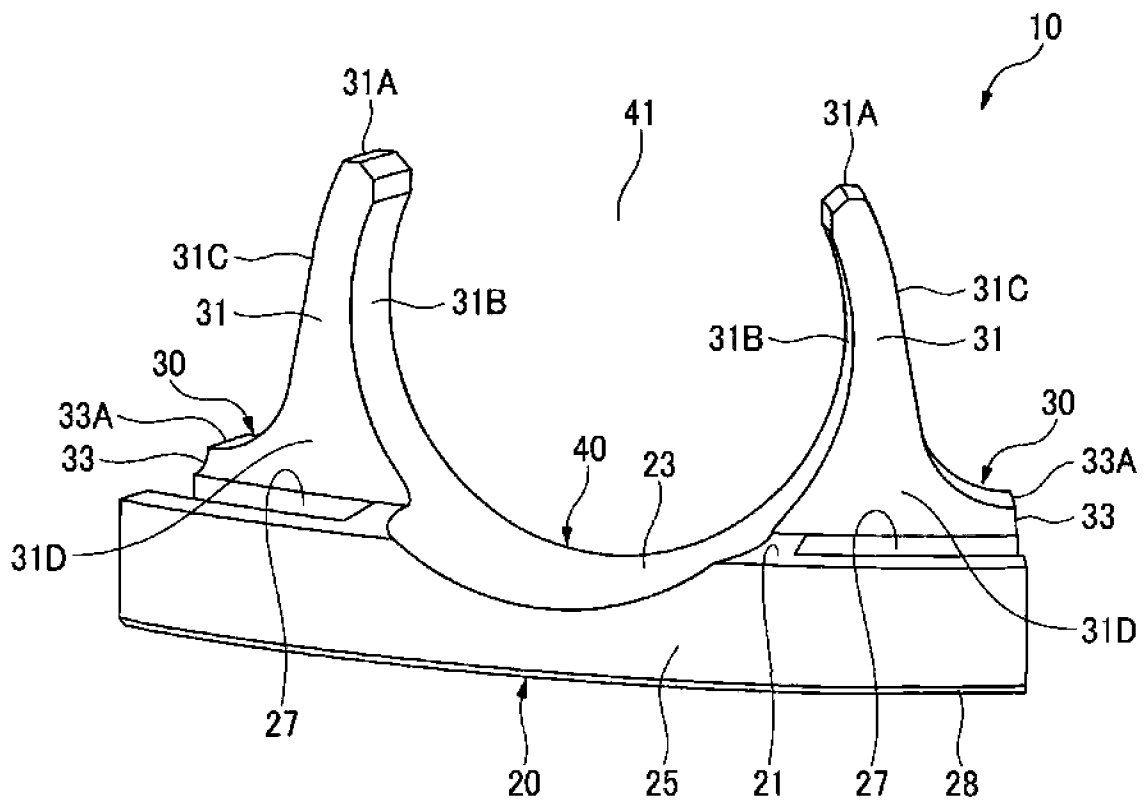


FIG.7

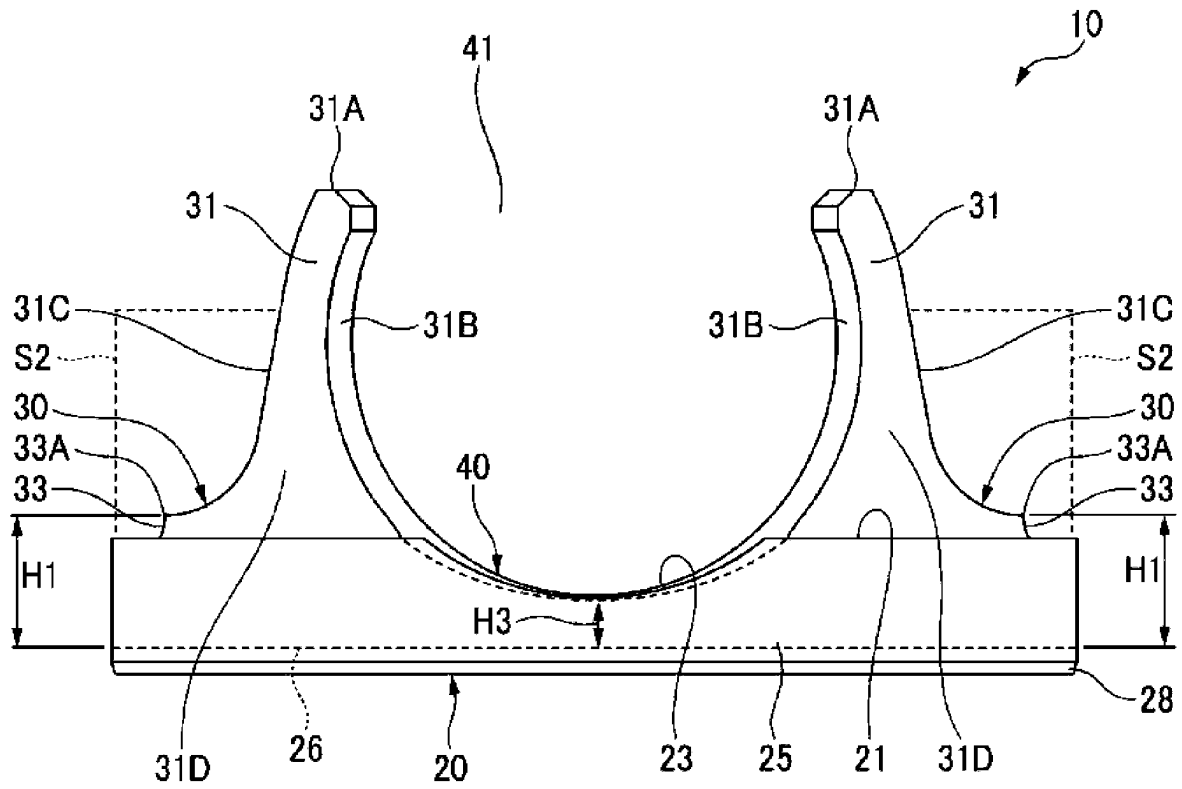


FIG.8

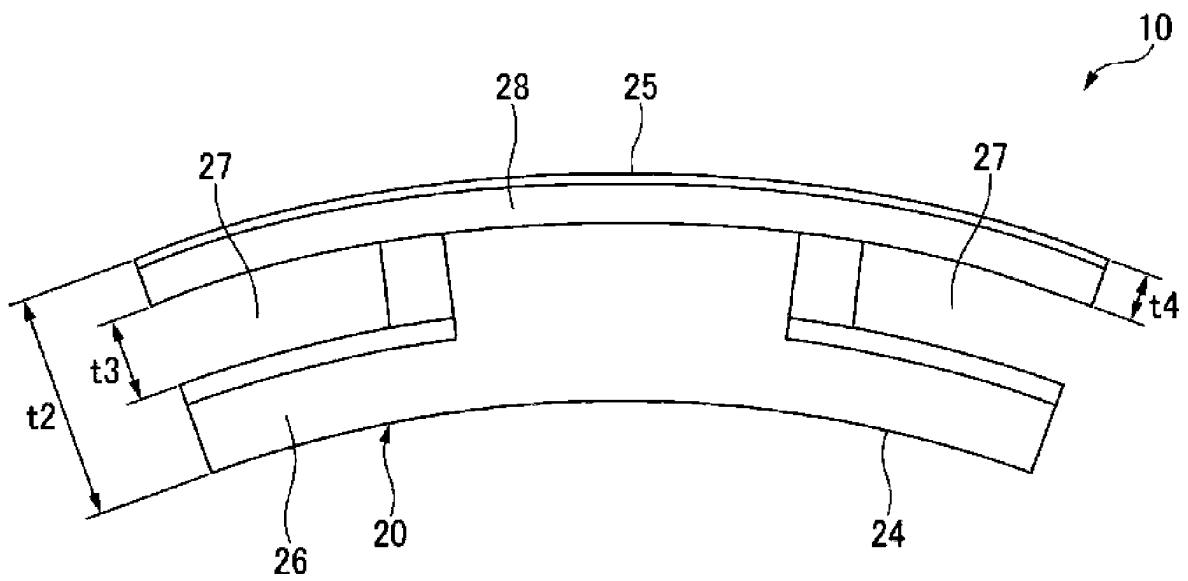


FIG.9

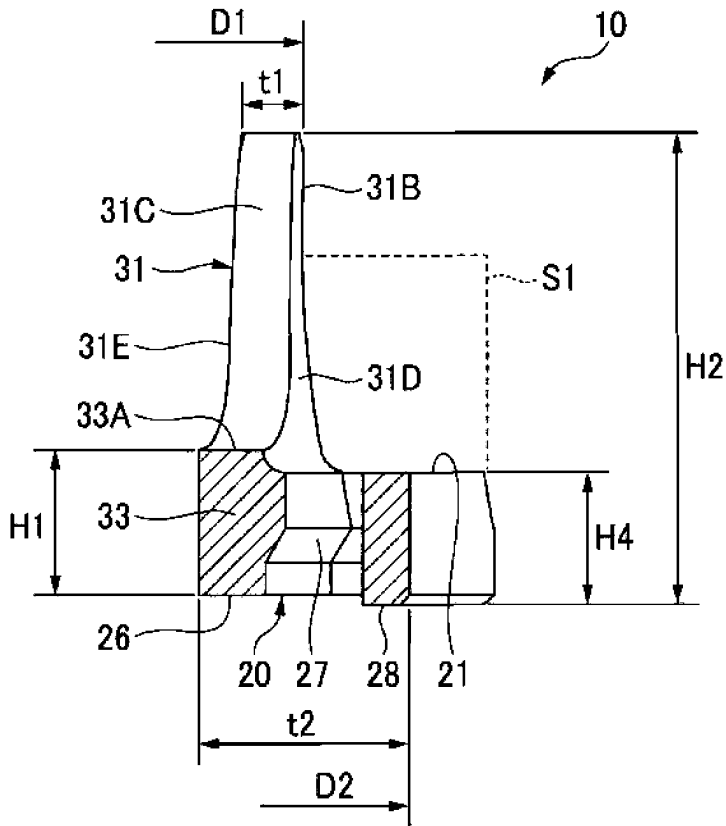


FIG.10

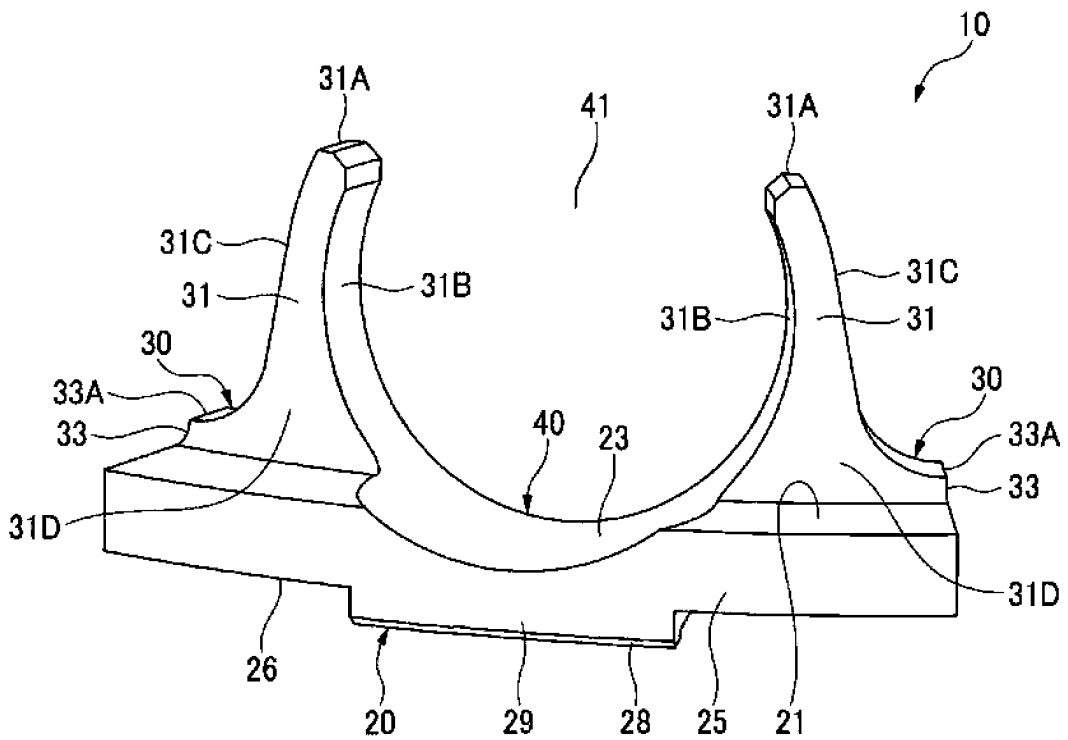


FIG.11

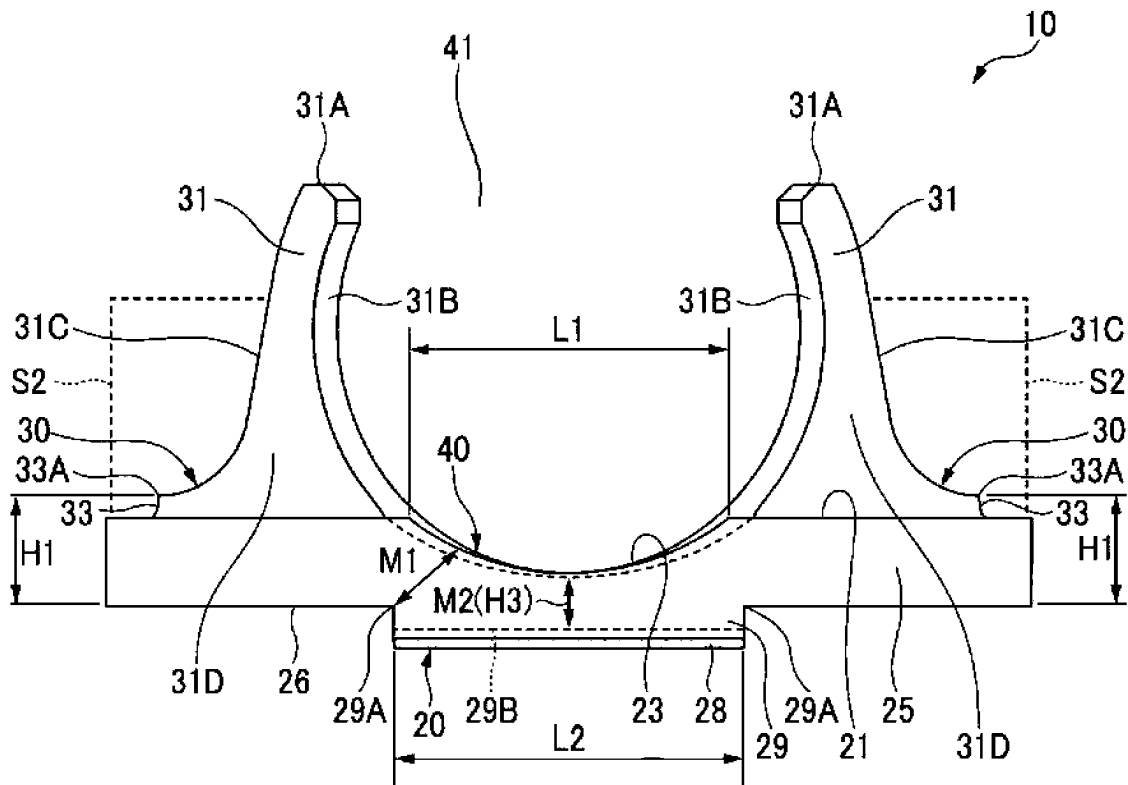


FIG.12

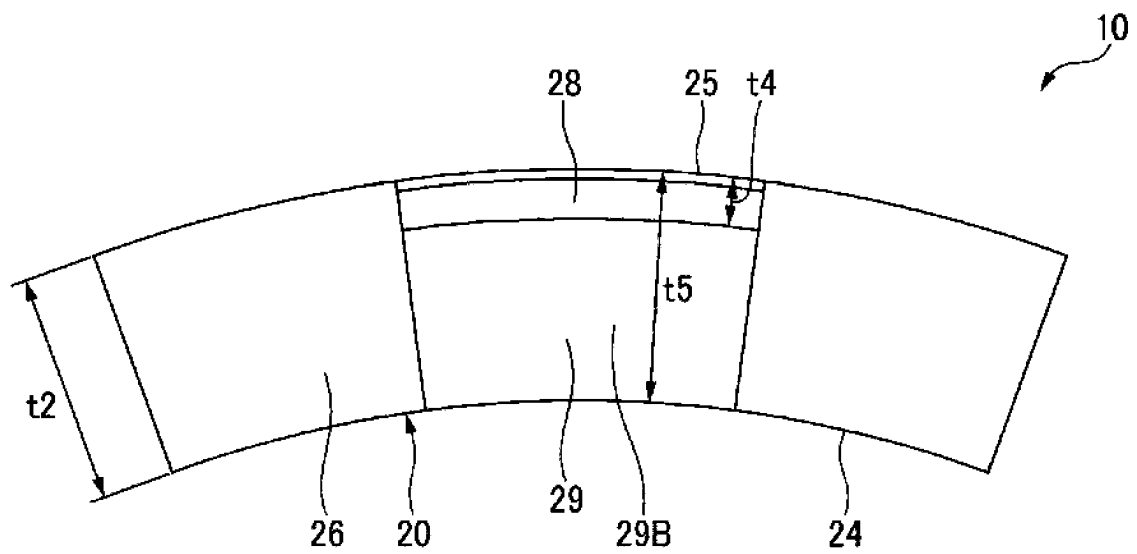


FIG.13

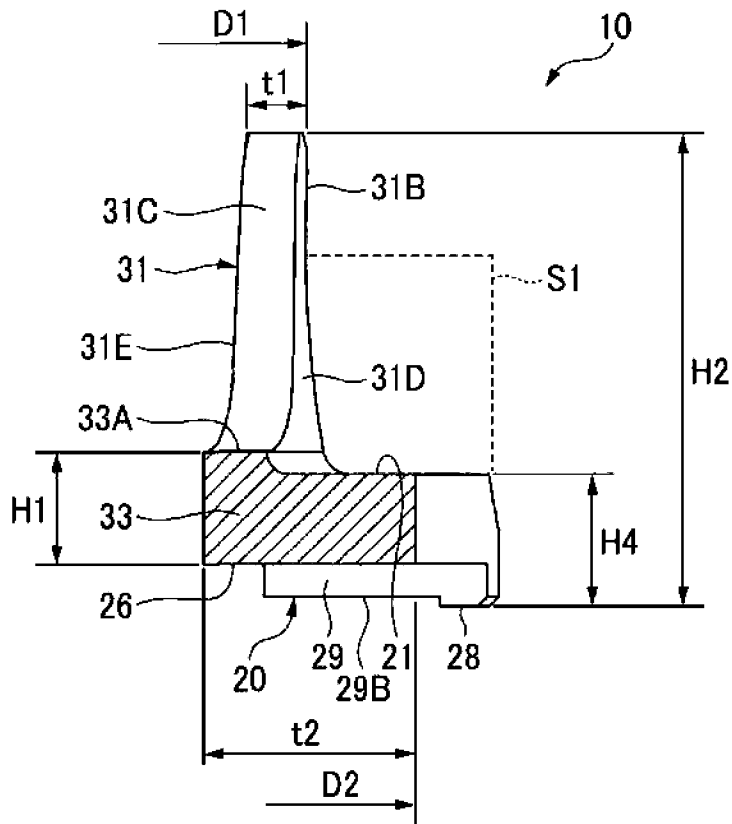


FIG.14

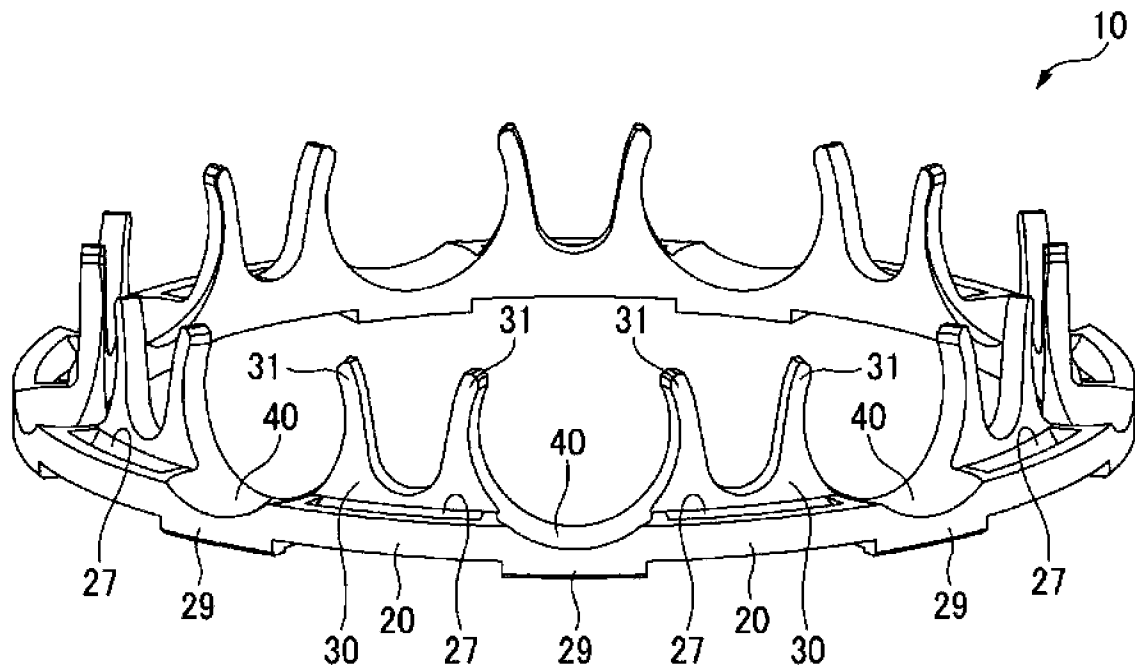


FIG.15

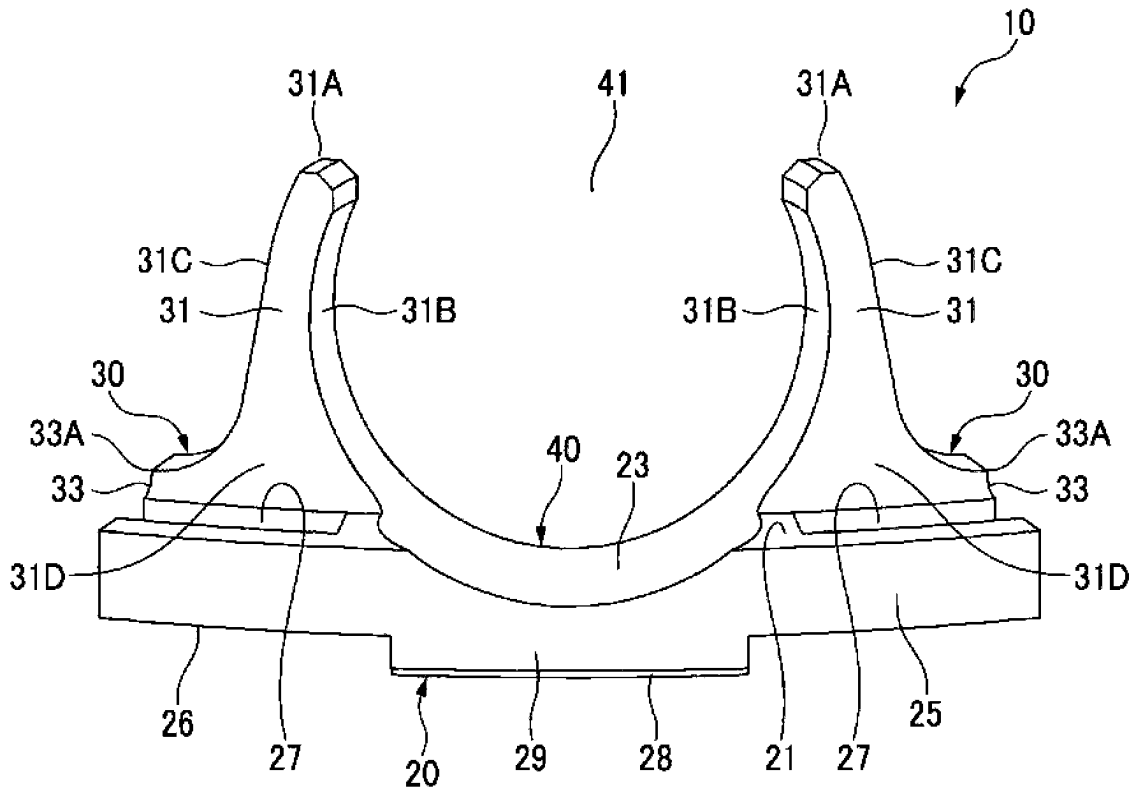


FIG.16

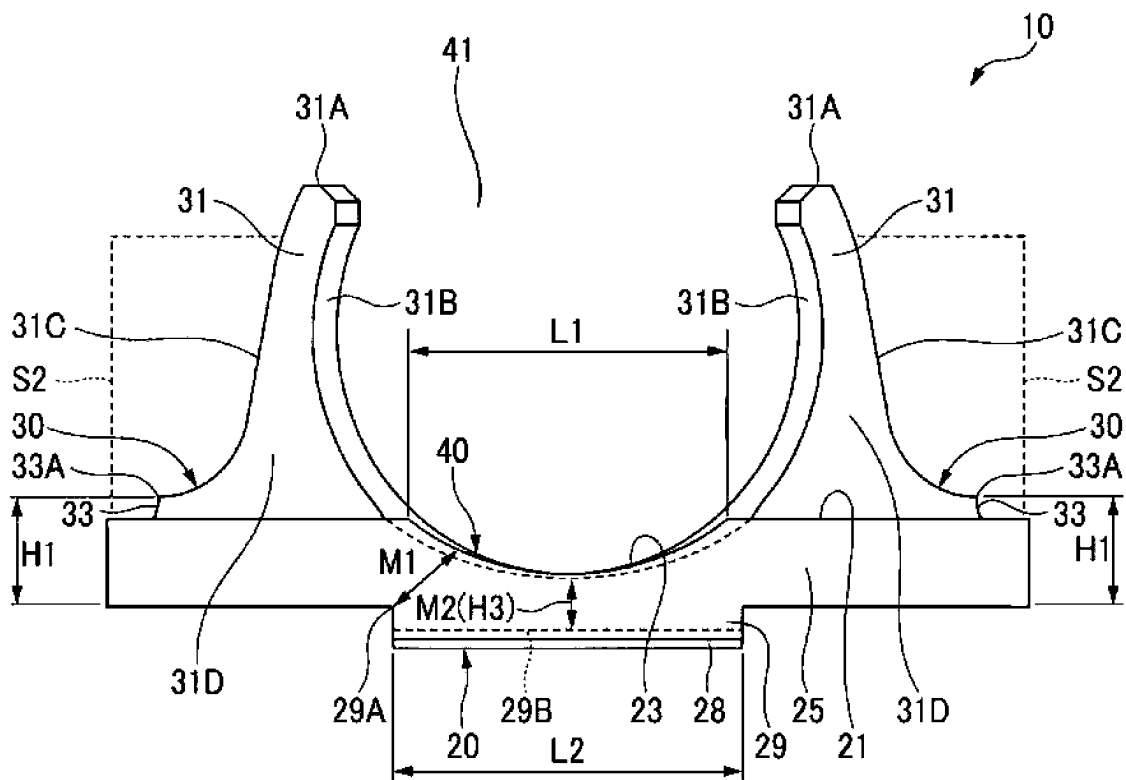


FIG.17

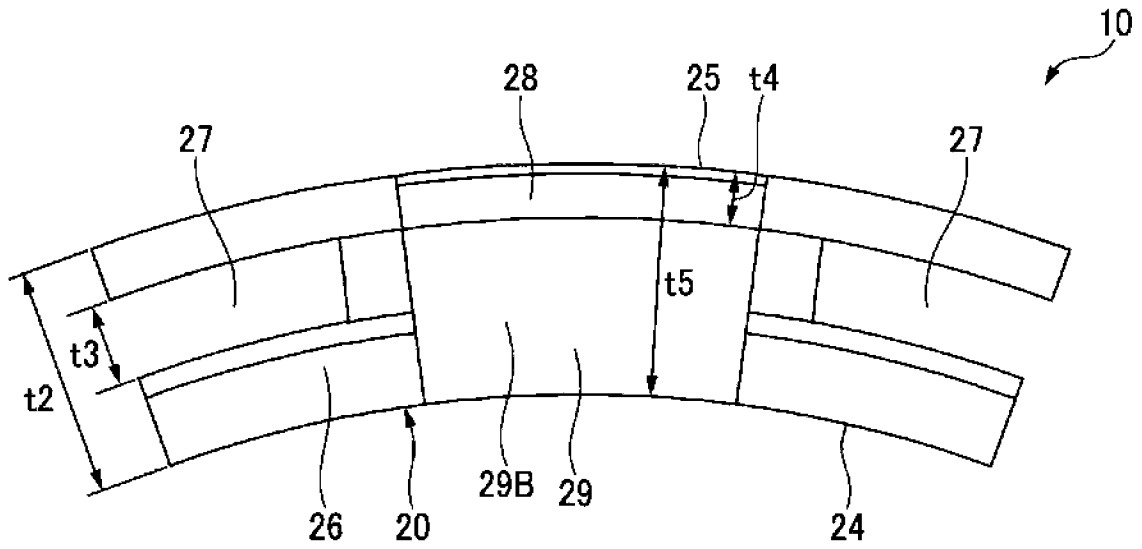


FIG.18

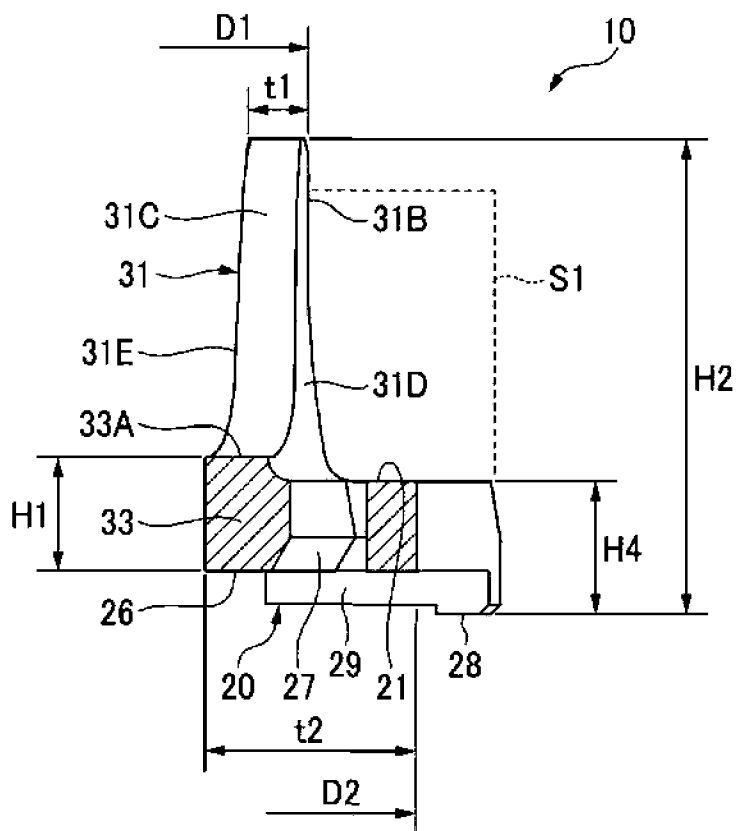


FIG.19

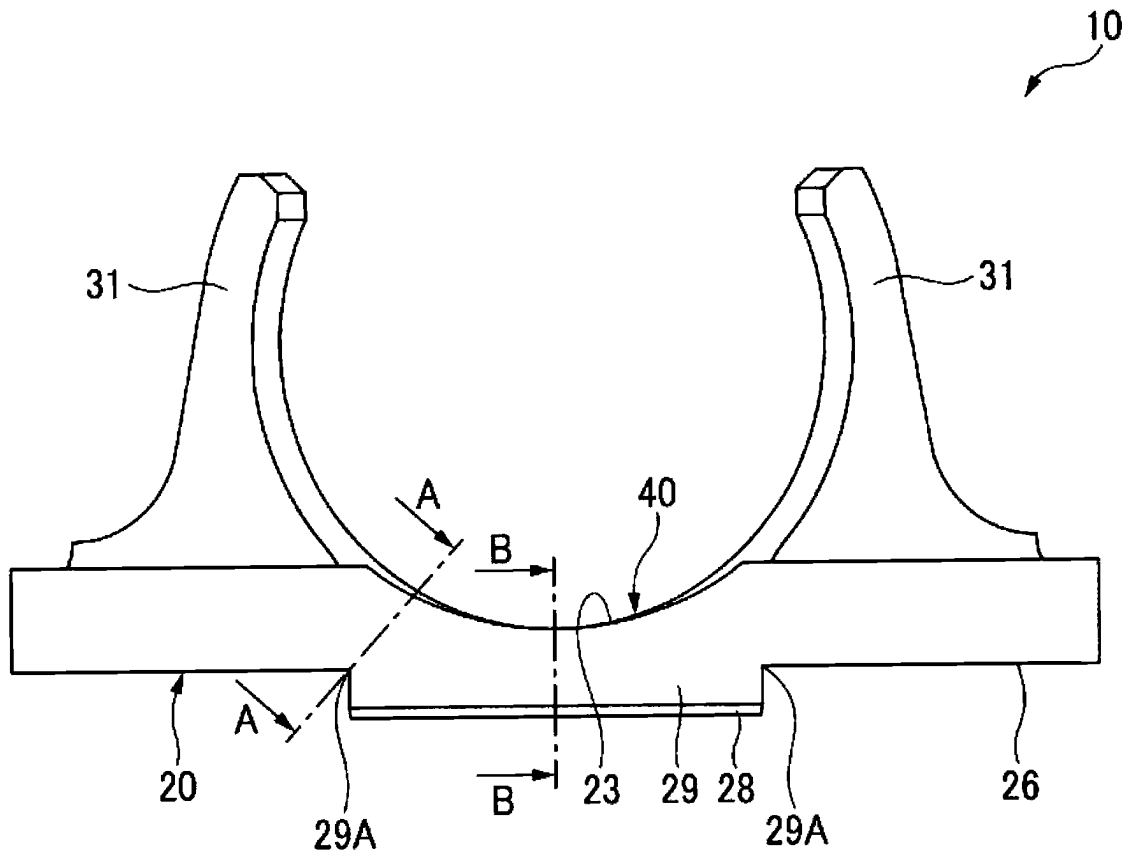


FIG.20

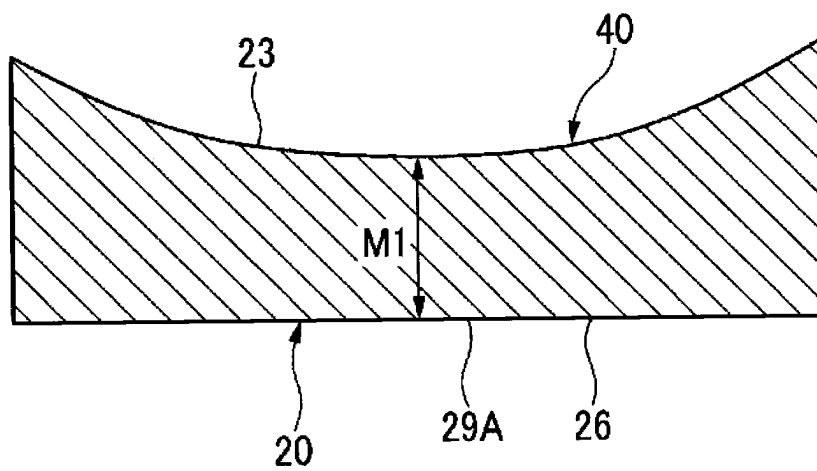


FIG.21

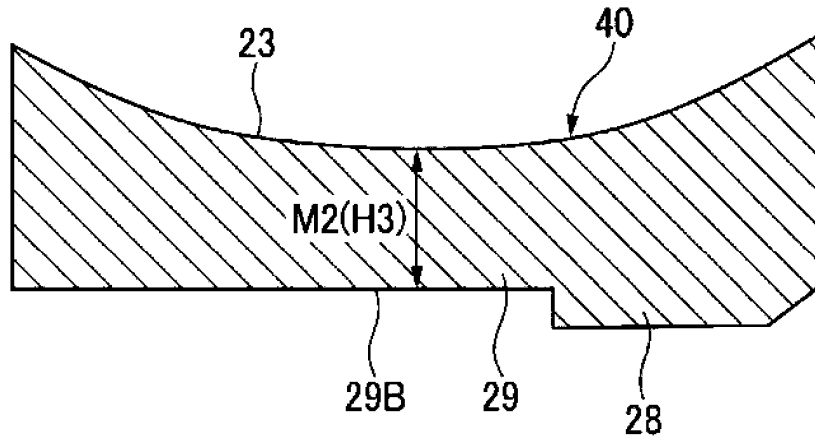


FIG.22

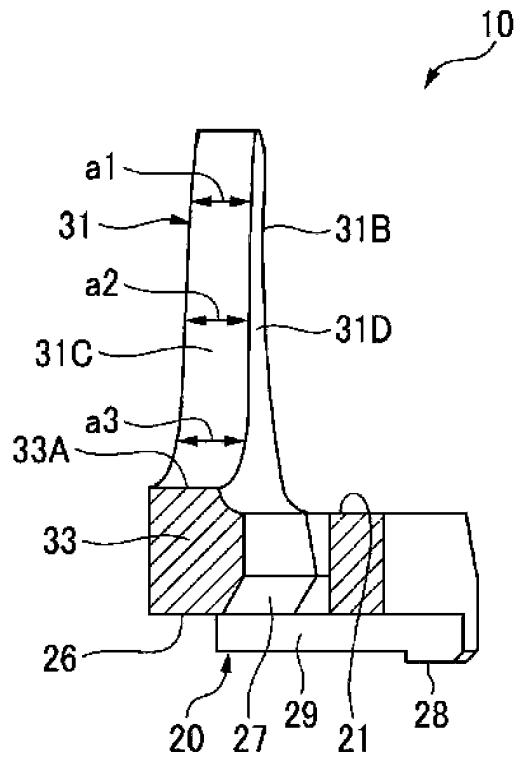


FIG.23

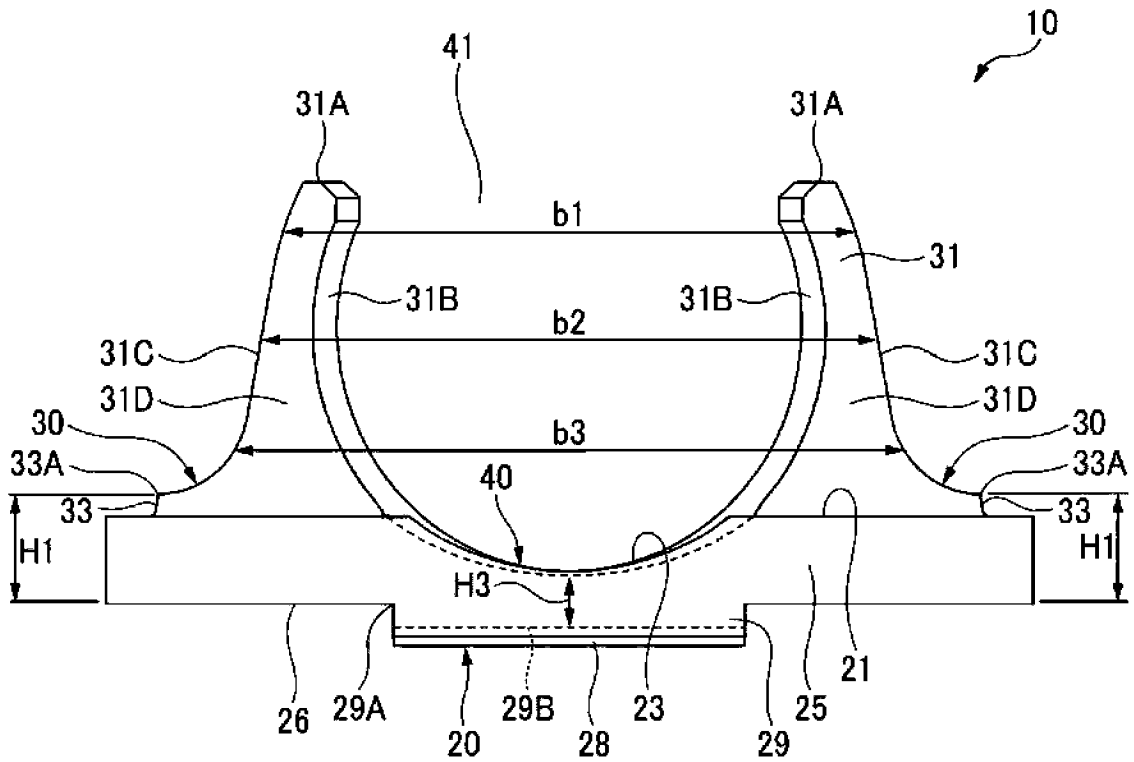


FIG.24

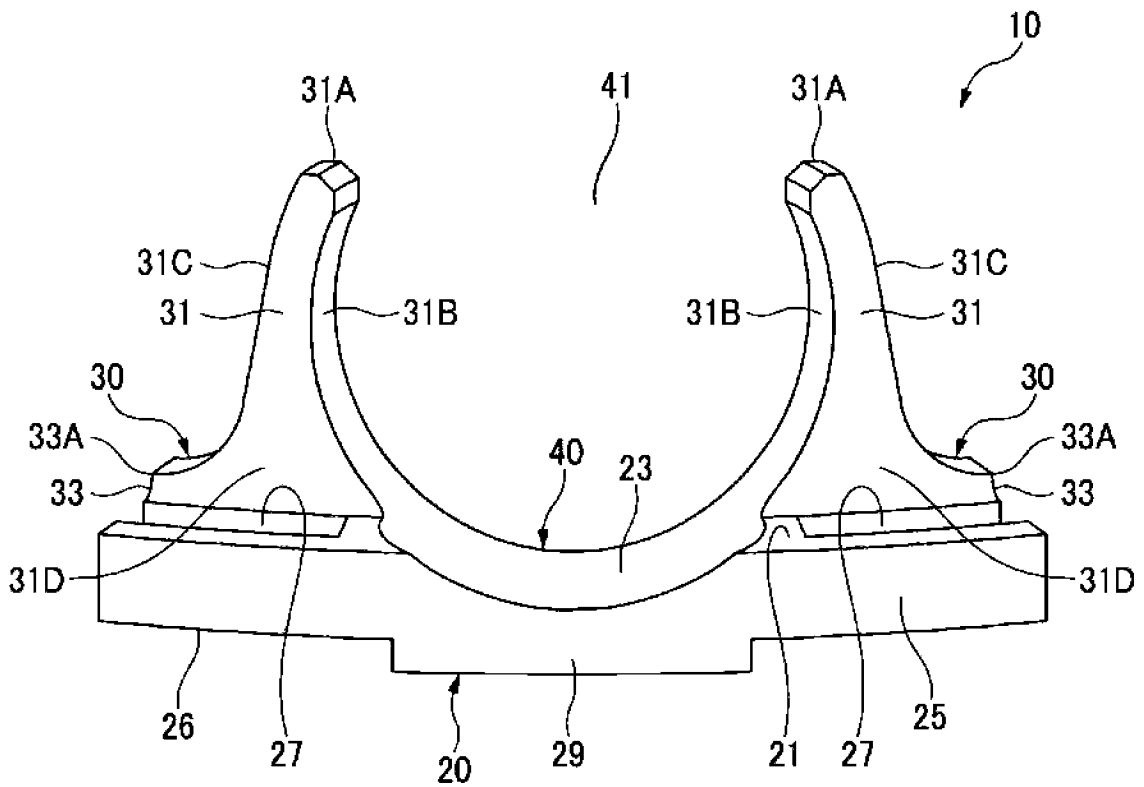


FIG.25

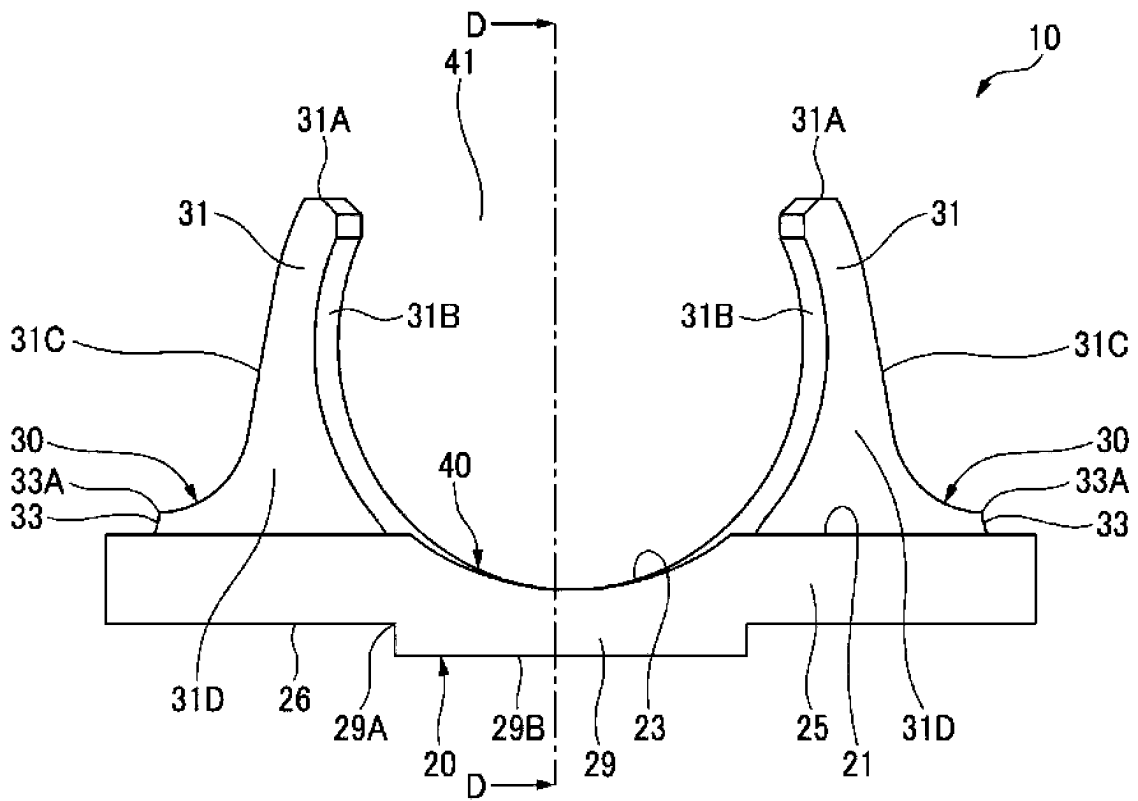


FIG.26

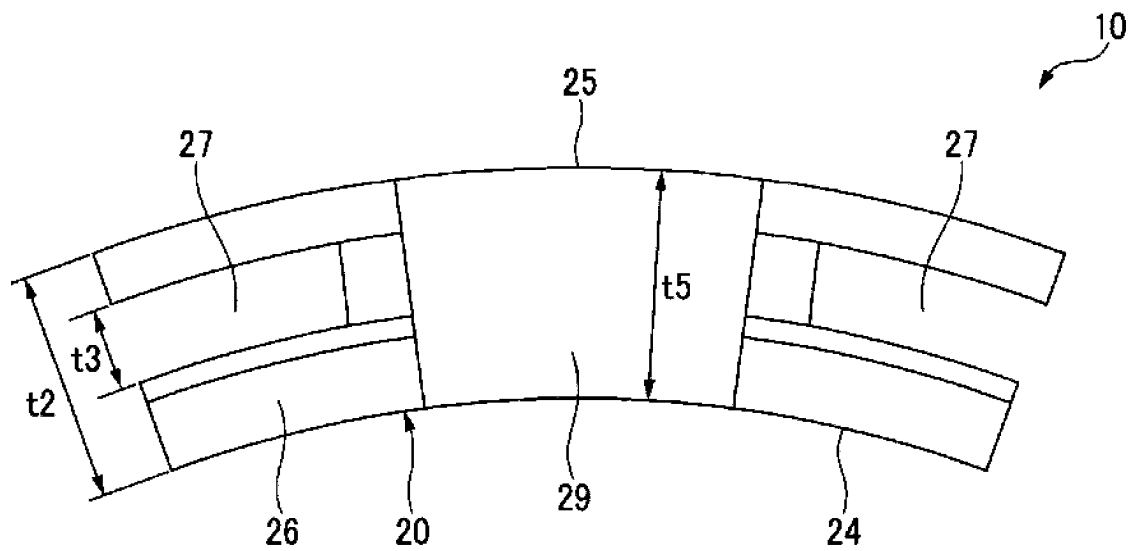


FIG.27

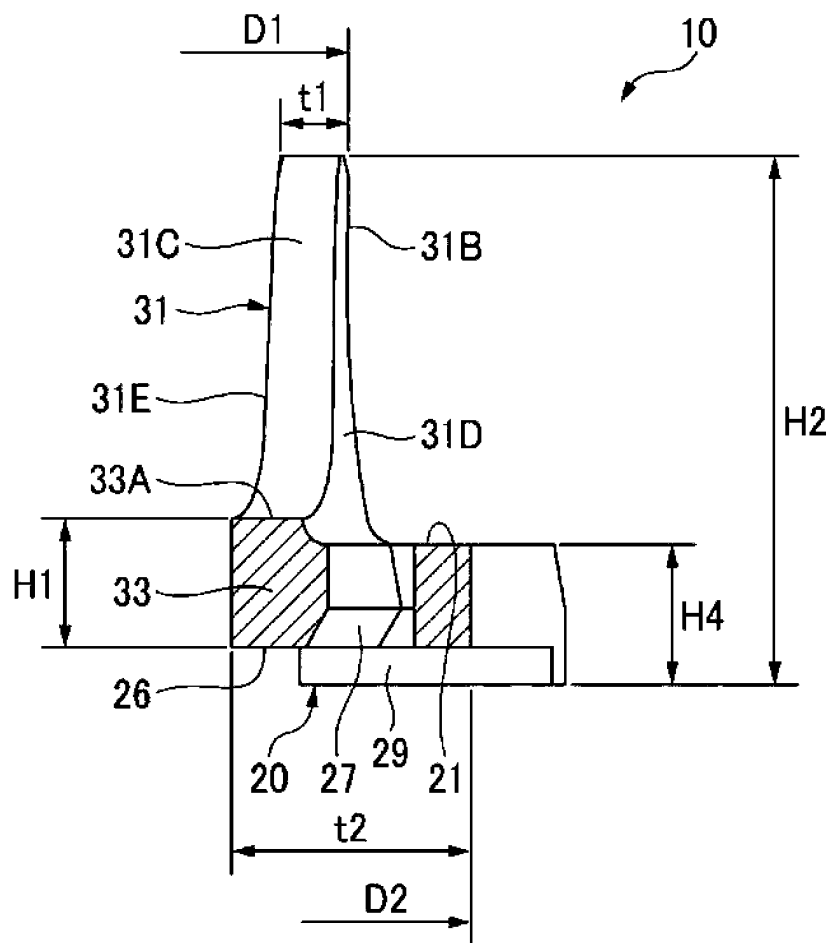


FIG.28

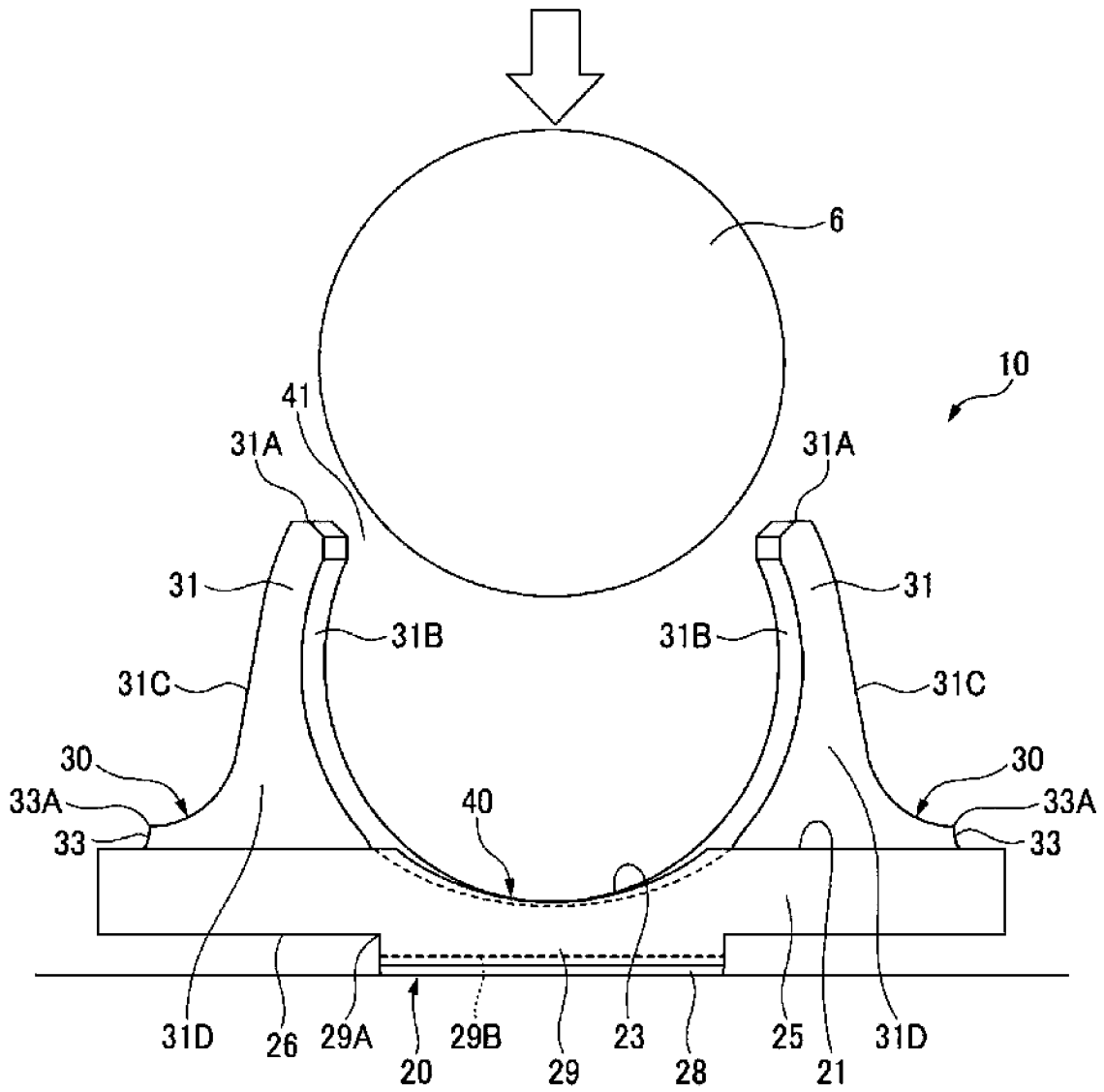


FIG.29

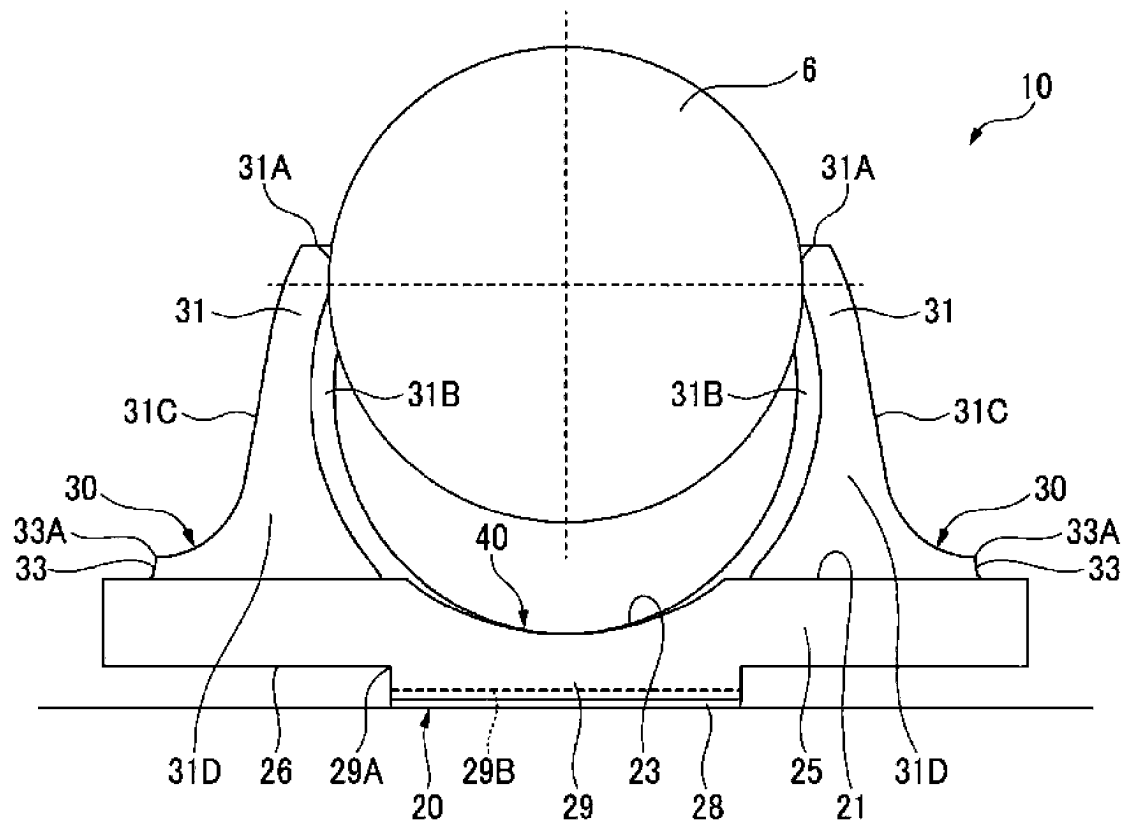


FIG.30

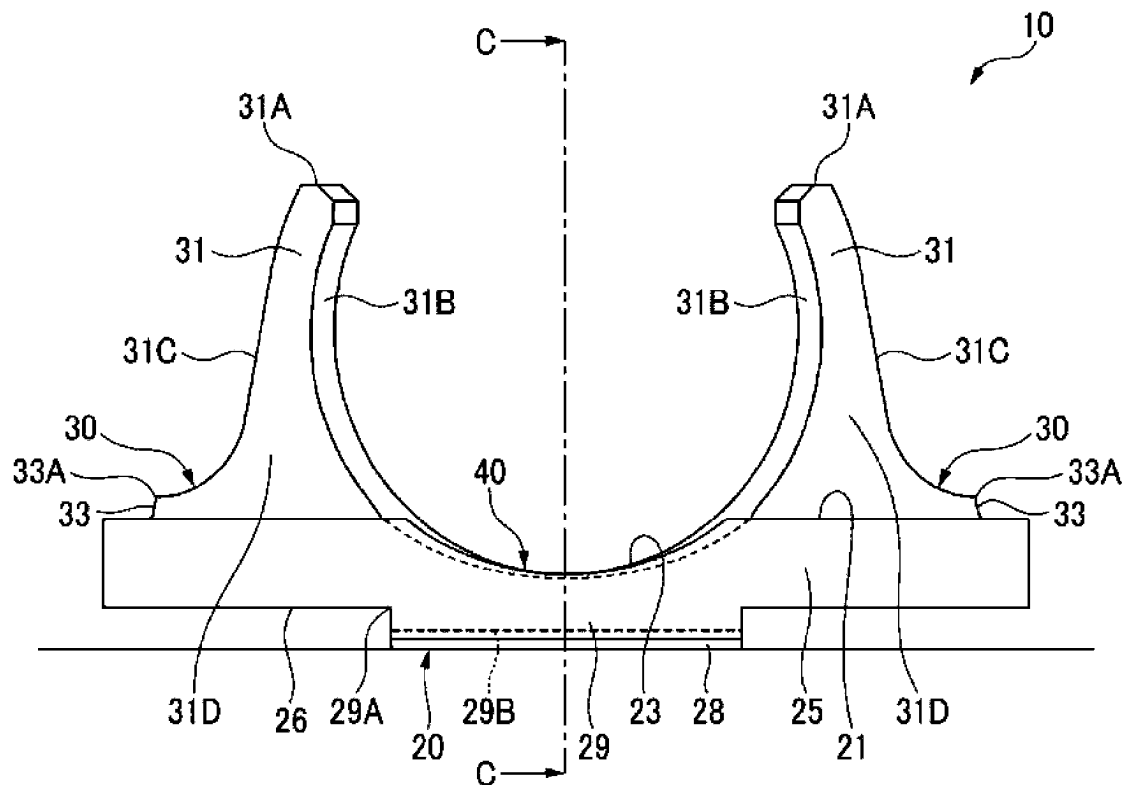


FIG.31

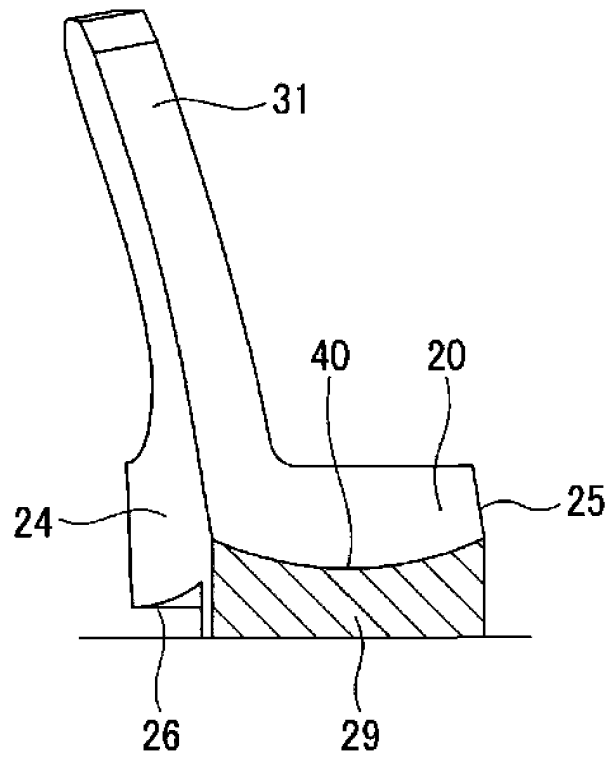


FIG.32

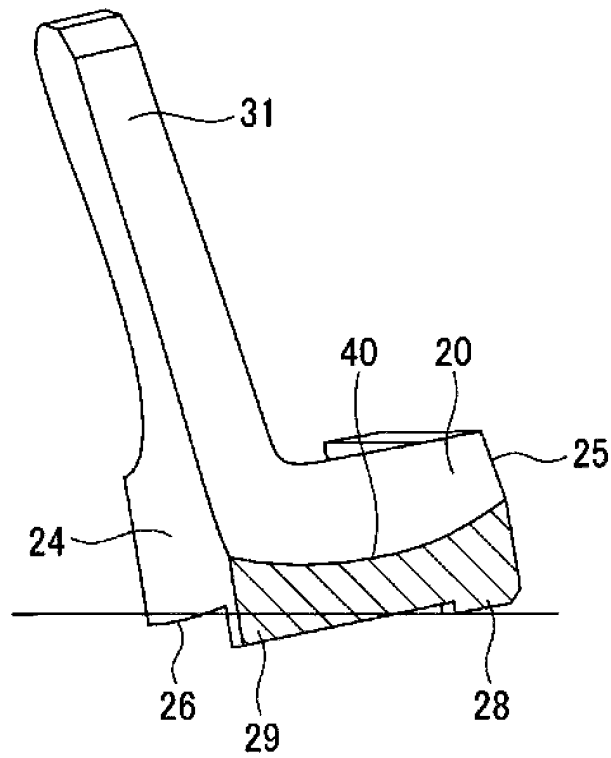


FIG.33A

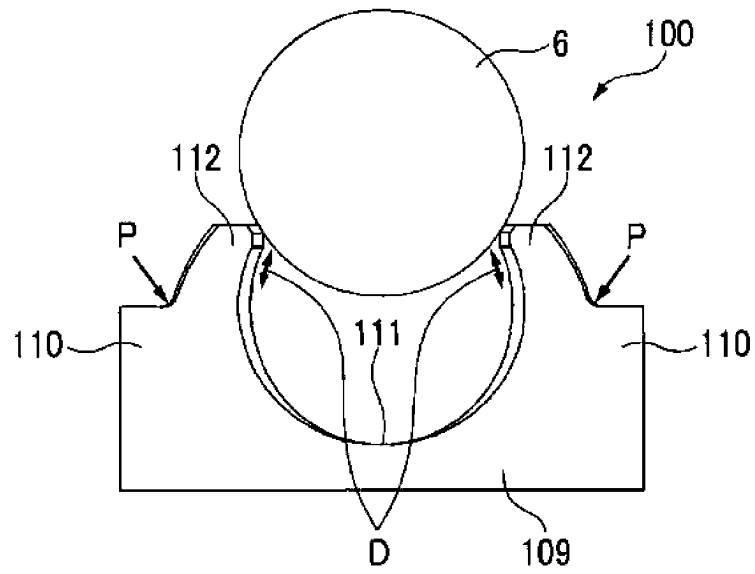


FIG.33B

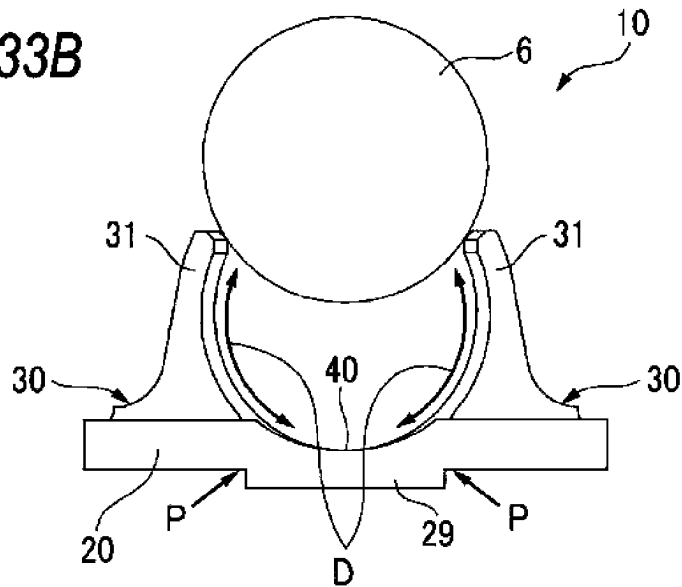


FIG.33C

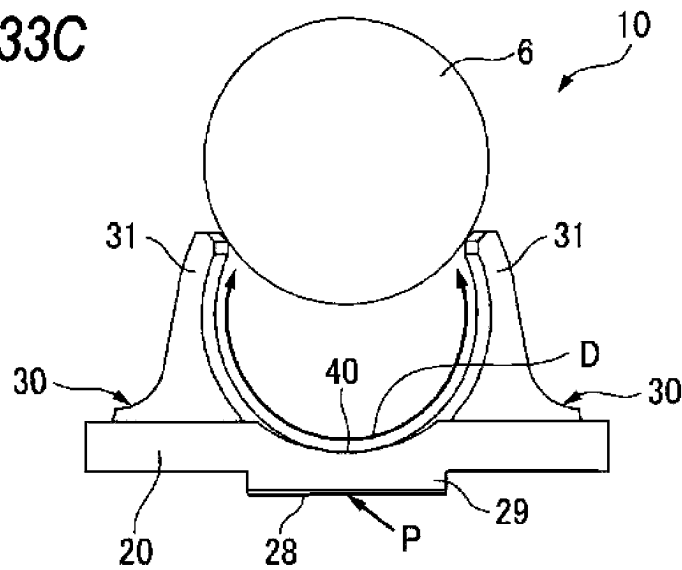


FIG.34

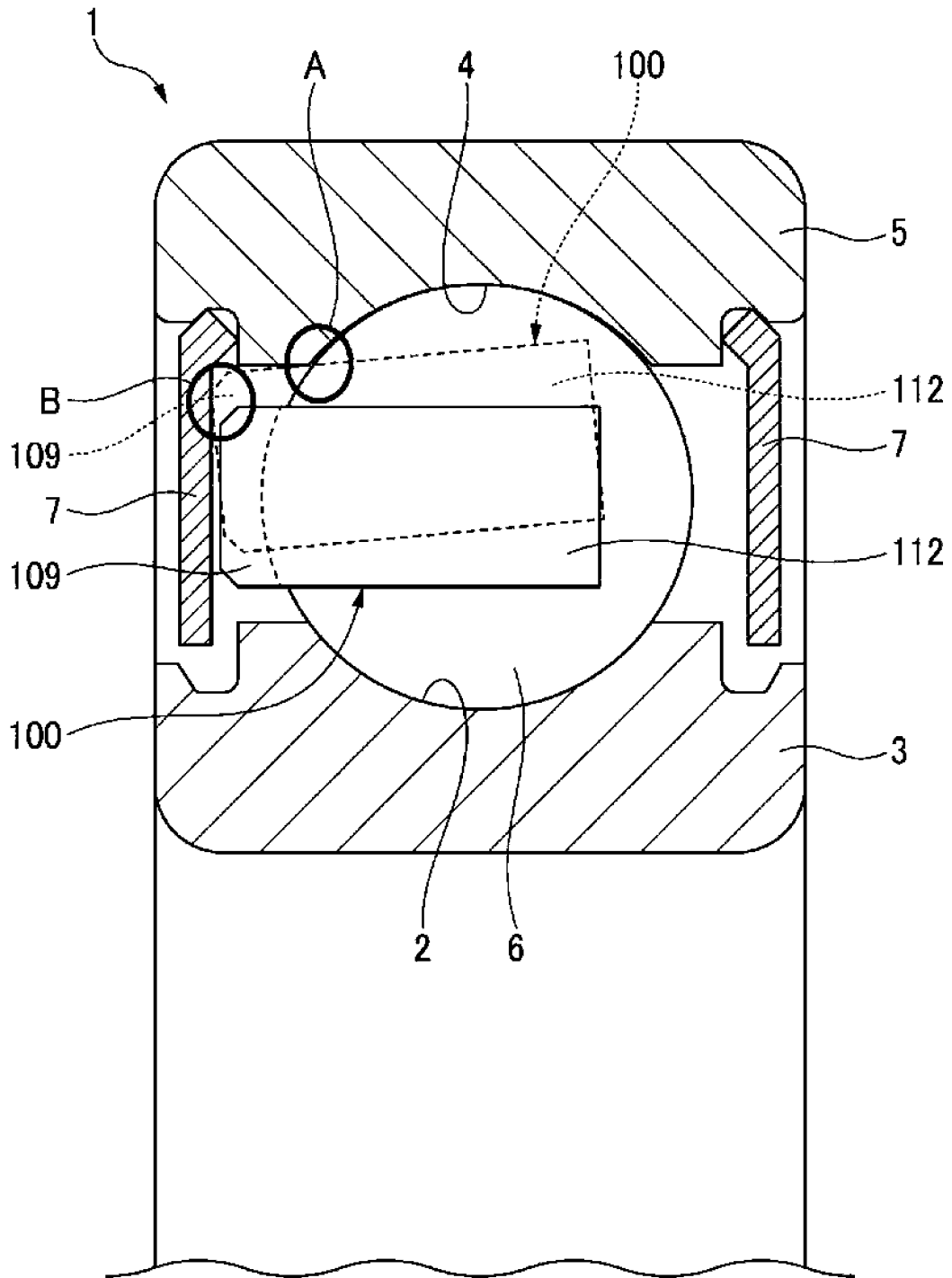


FIG.35

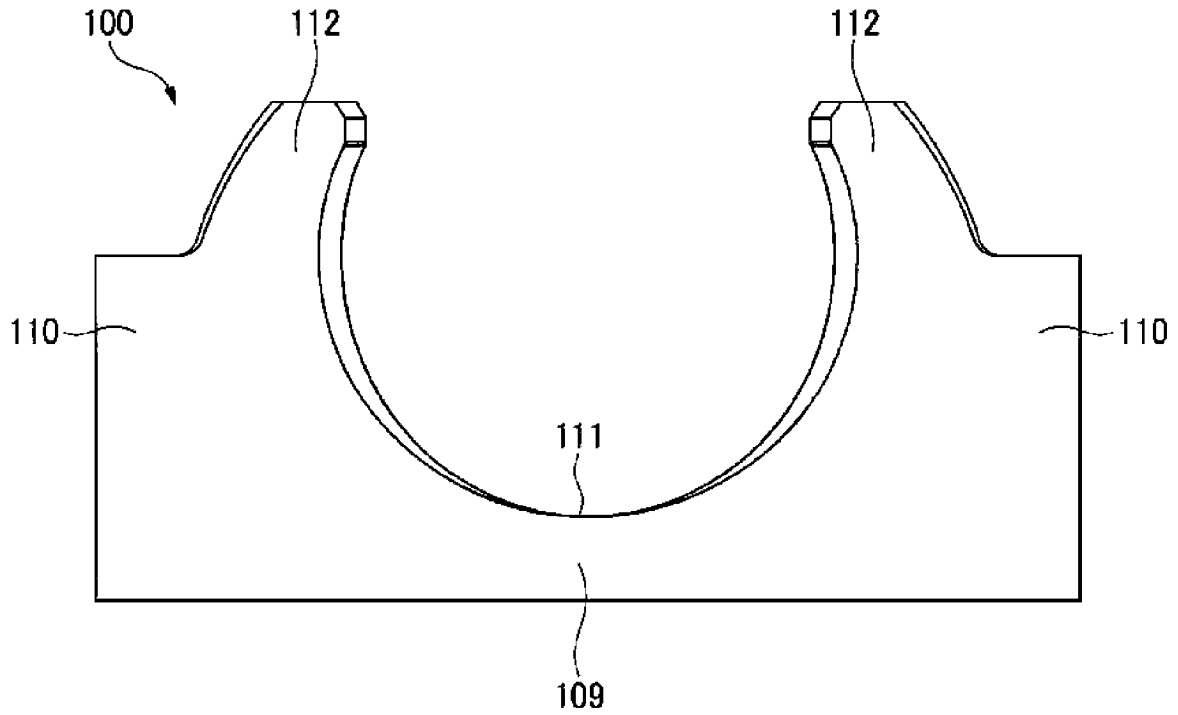
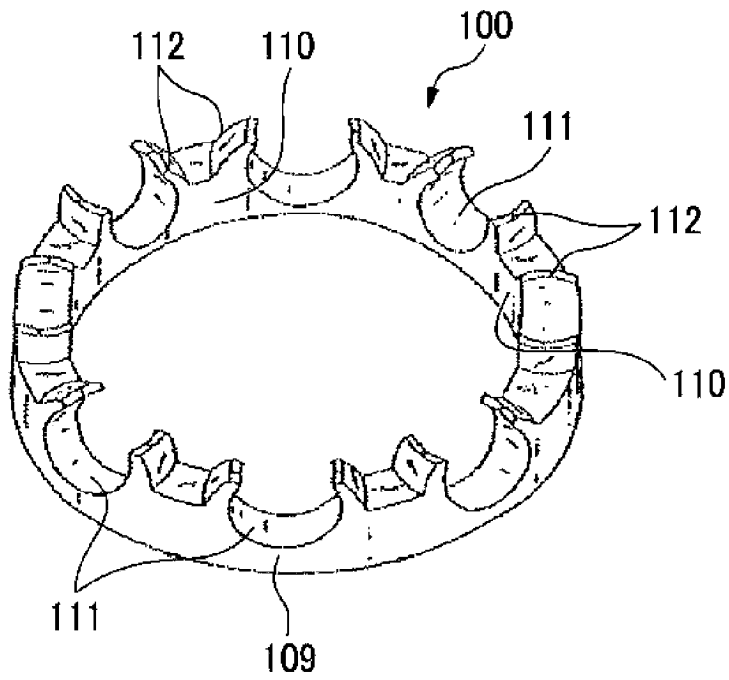


FIG.36



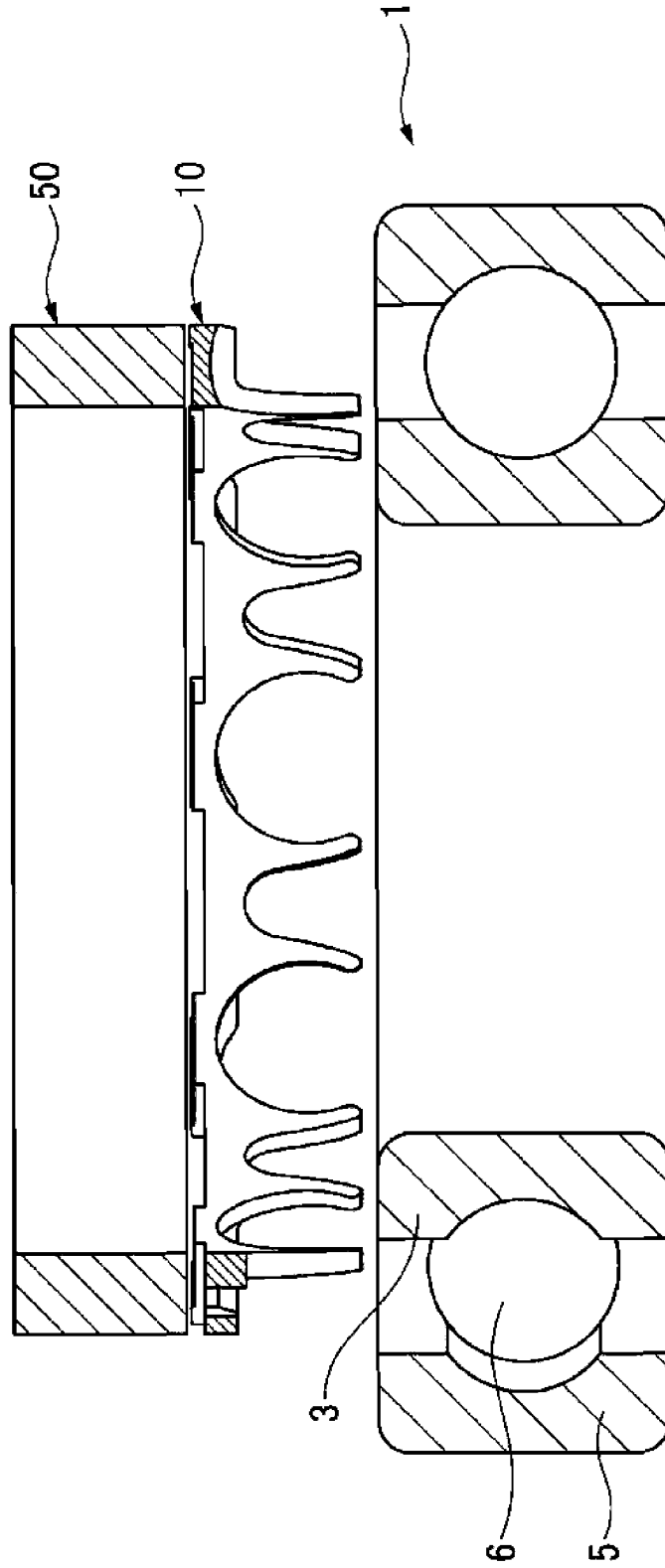


FIG. 37

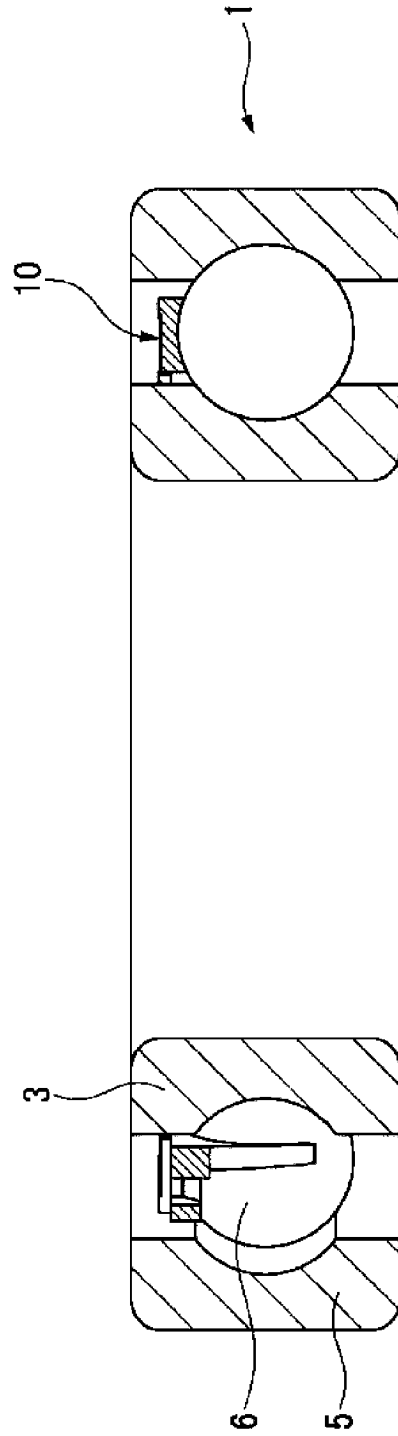


FIG.38

FIG.39

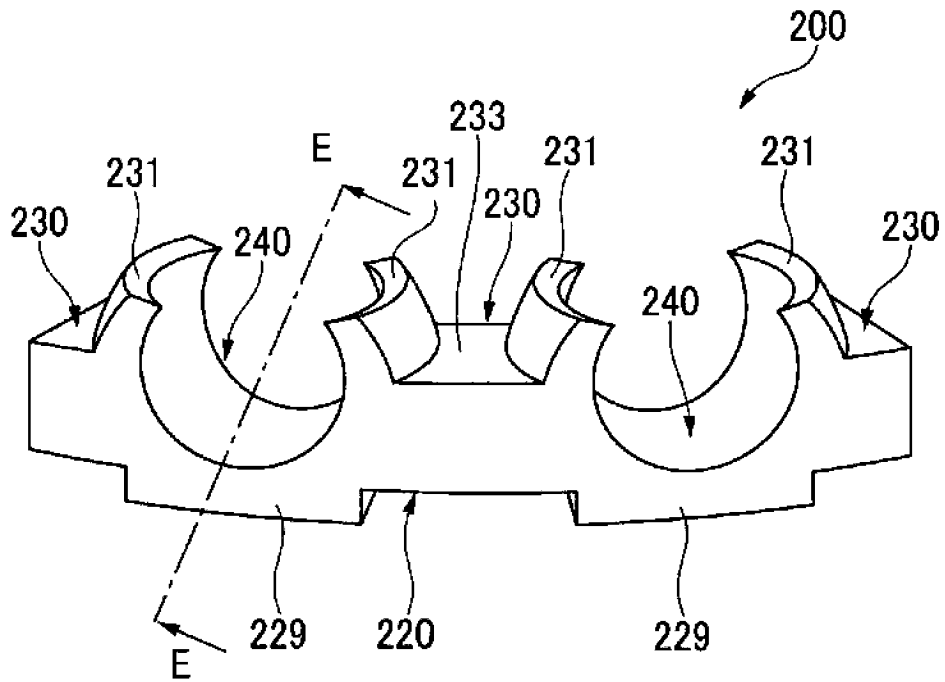


FIG.40

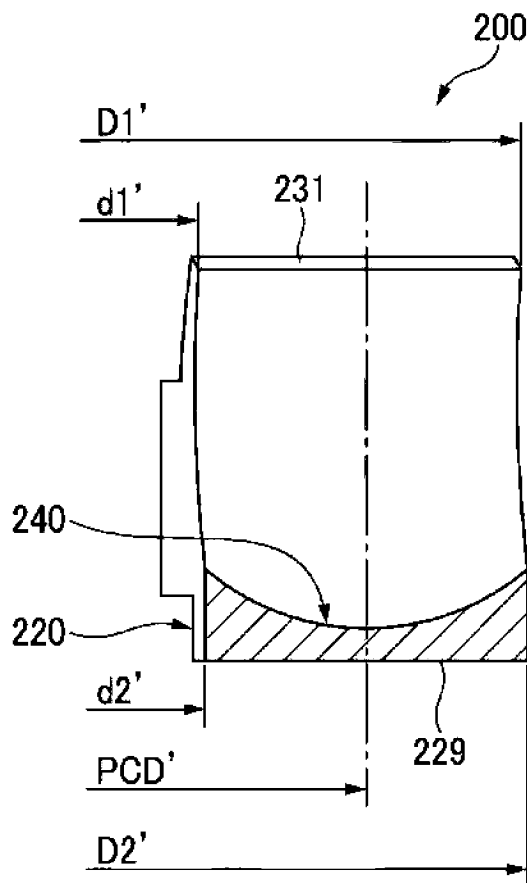


FIG.41

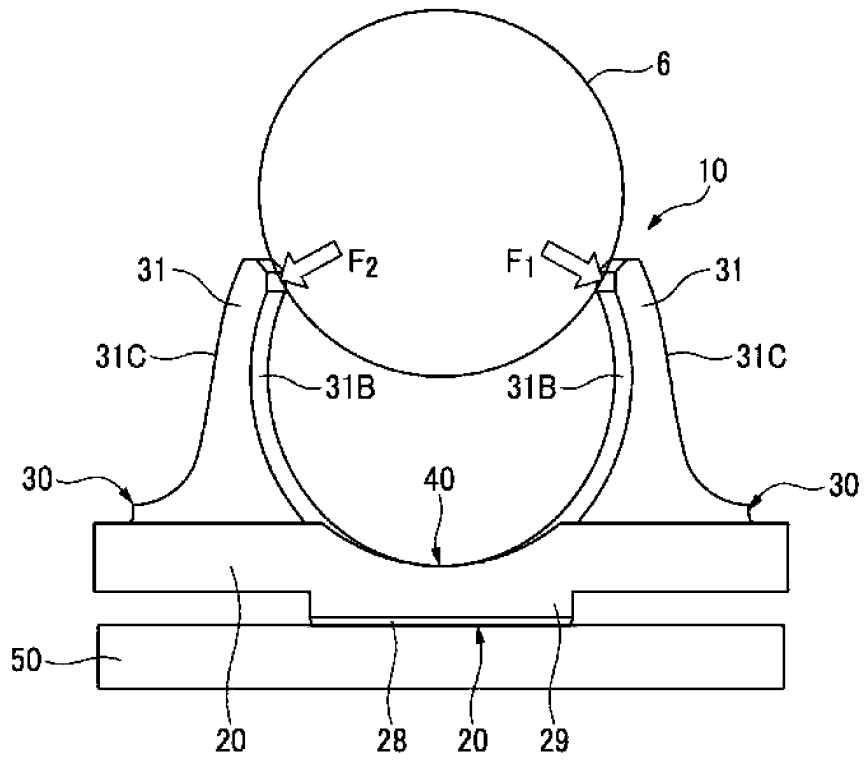


FIG.42

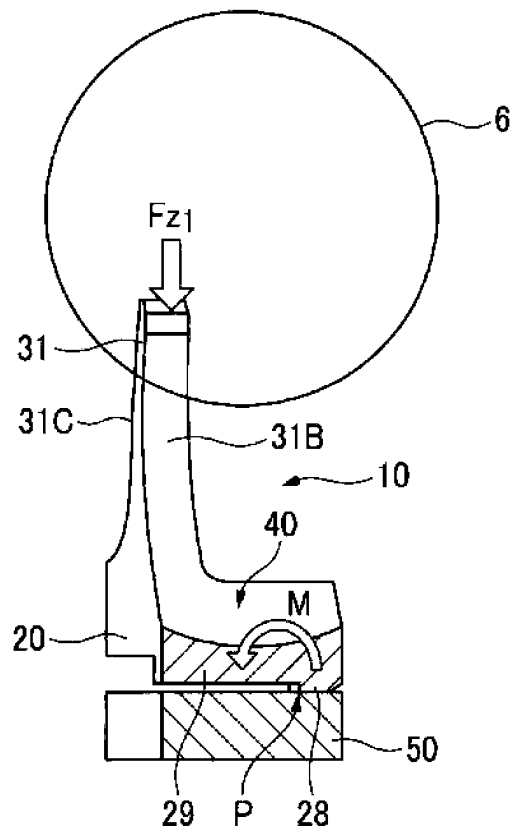


FIG.43

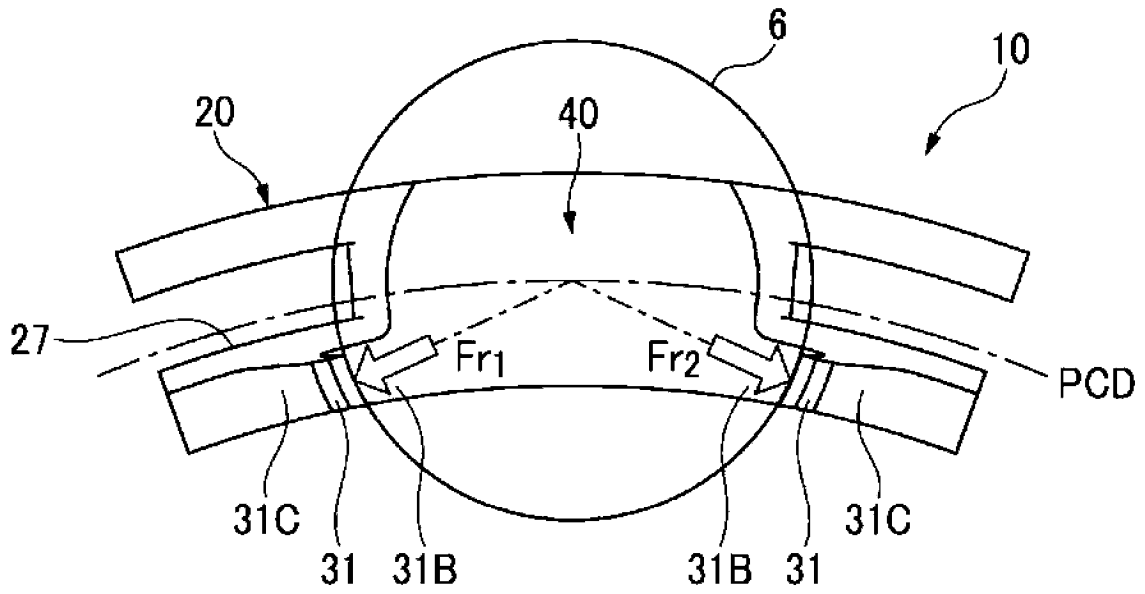


FIG.44

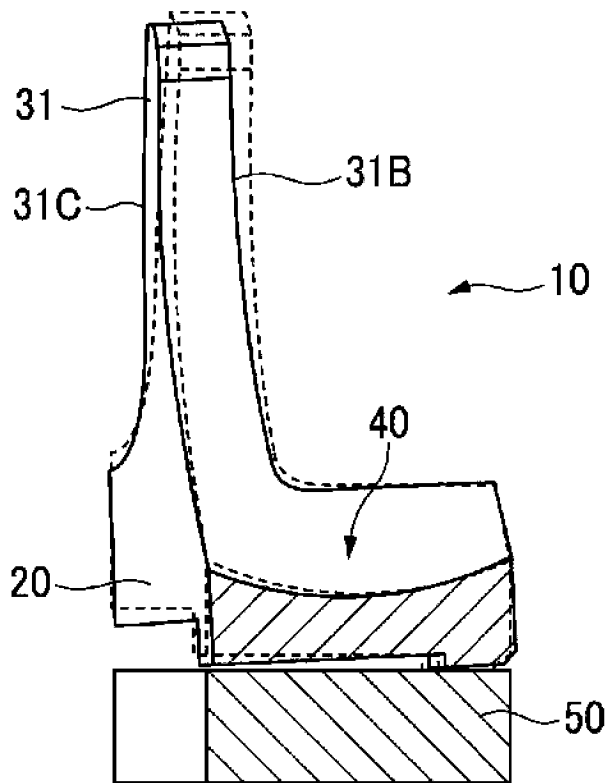


FIG.45

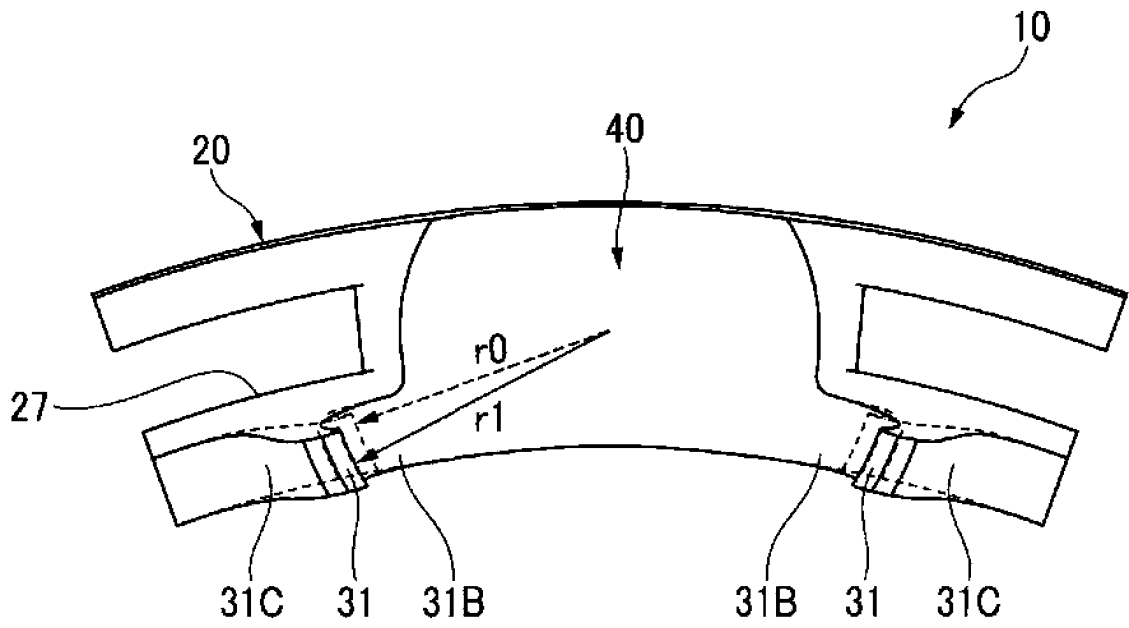


FIG.46

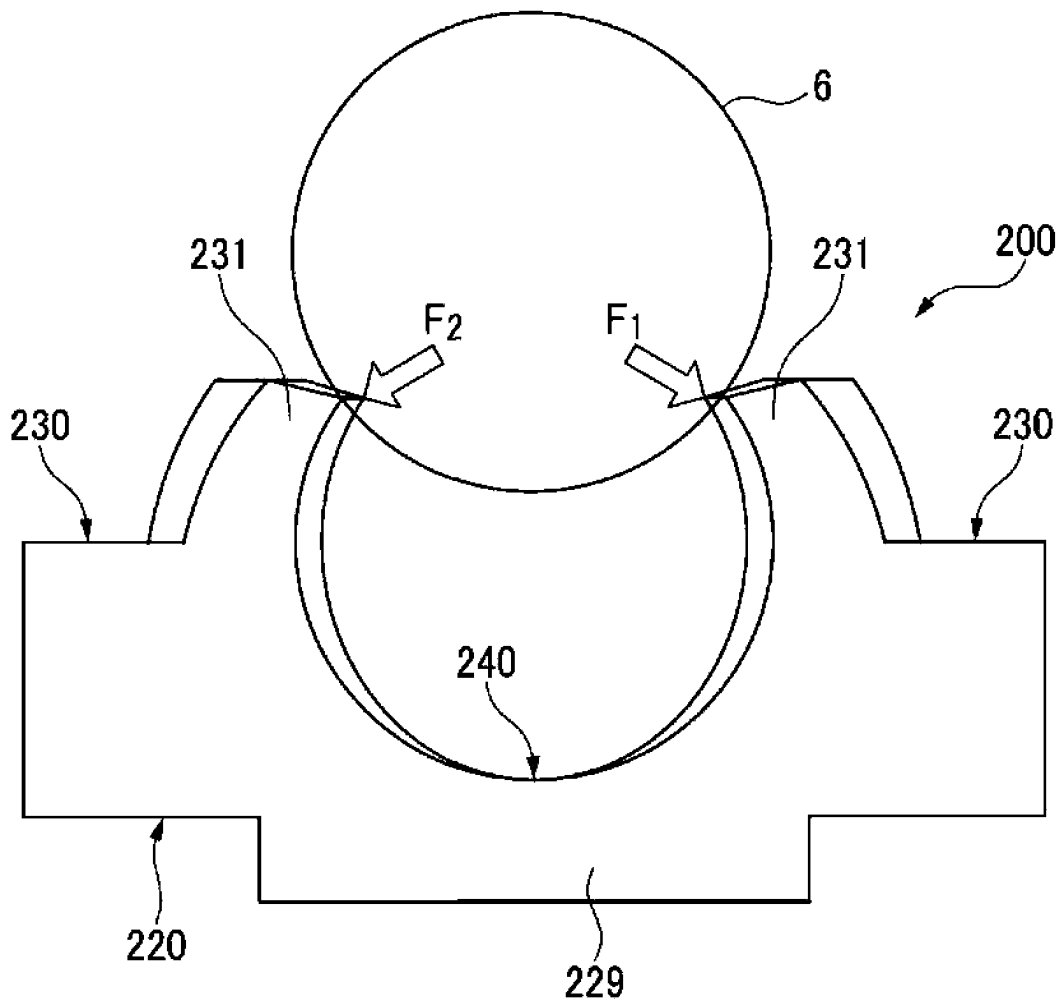


FIG.47

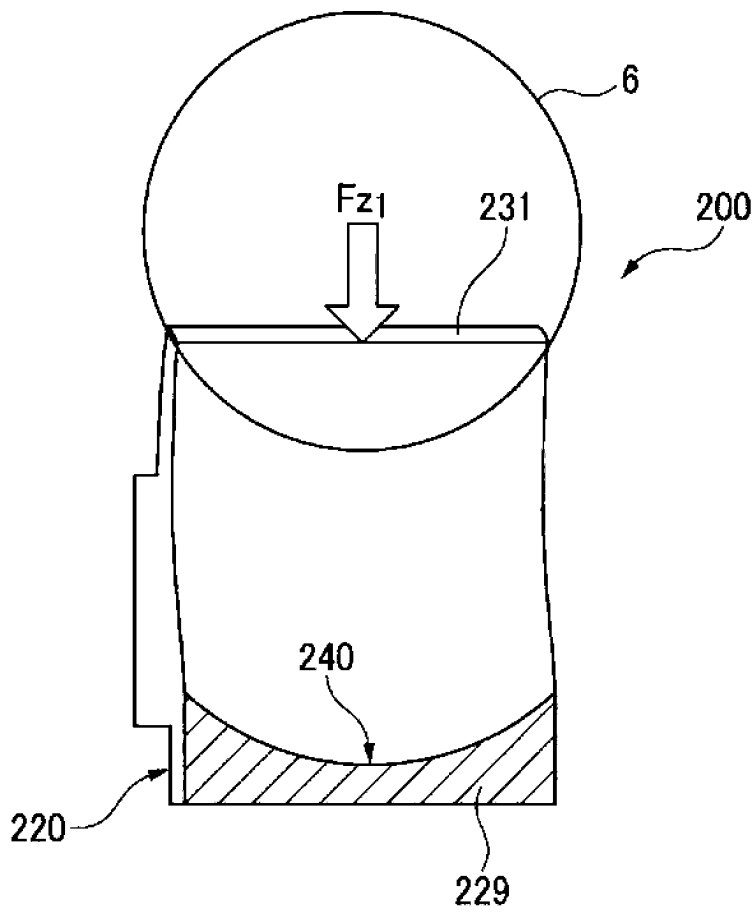


FIG.48

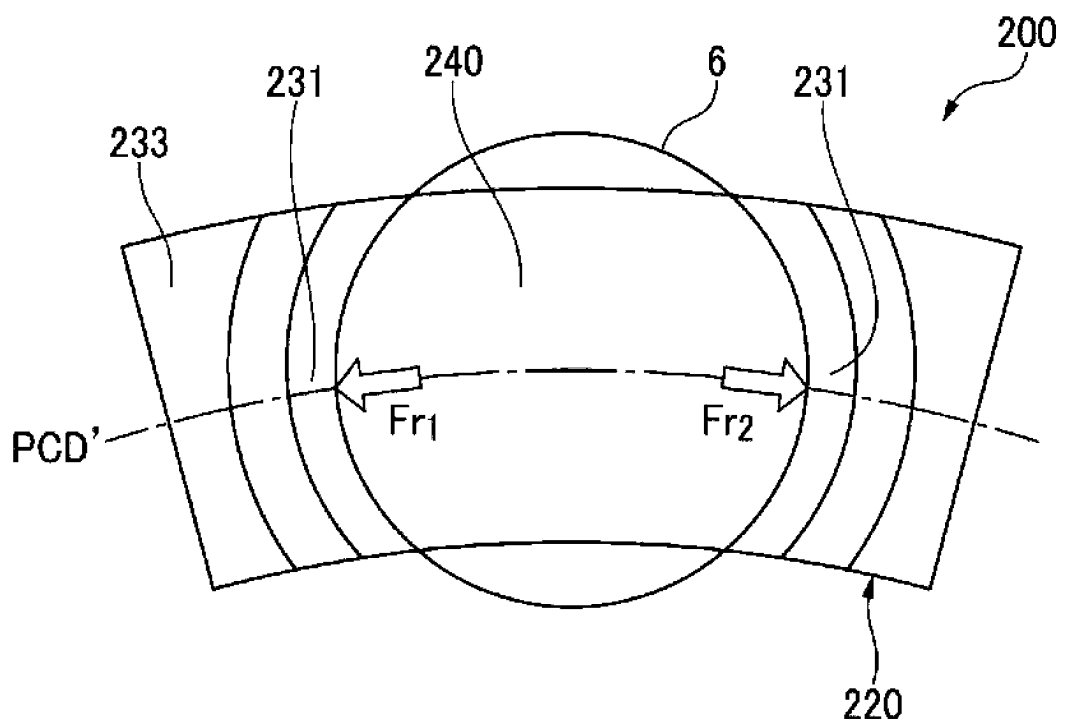


FIG.49

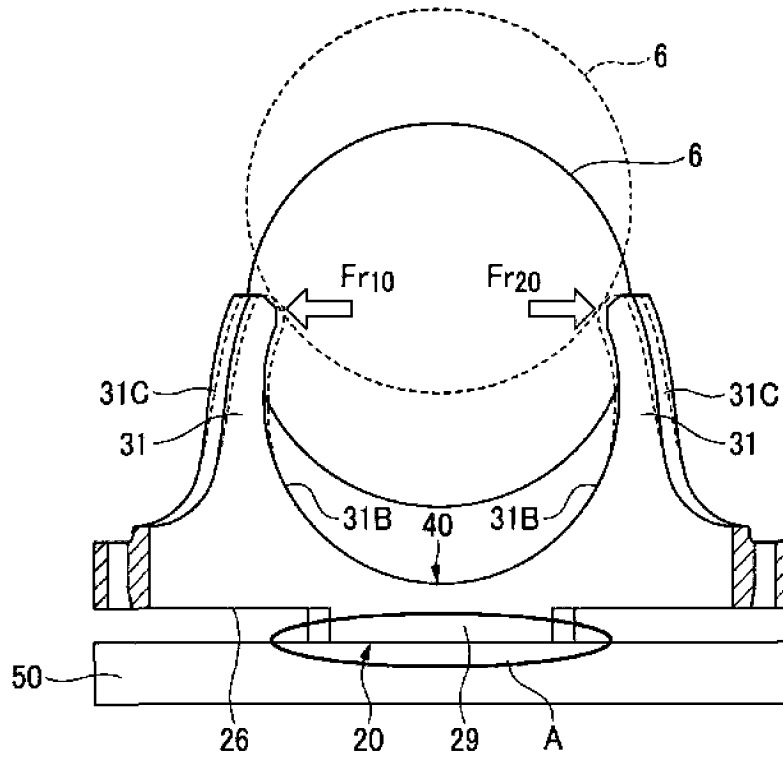


FIG.50

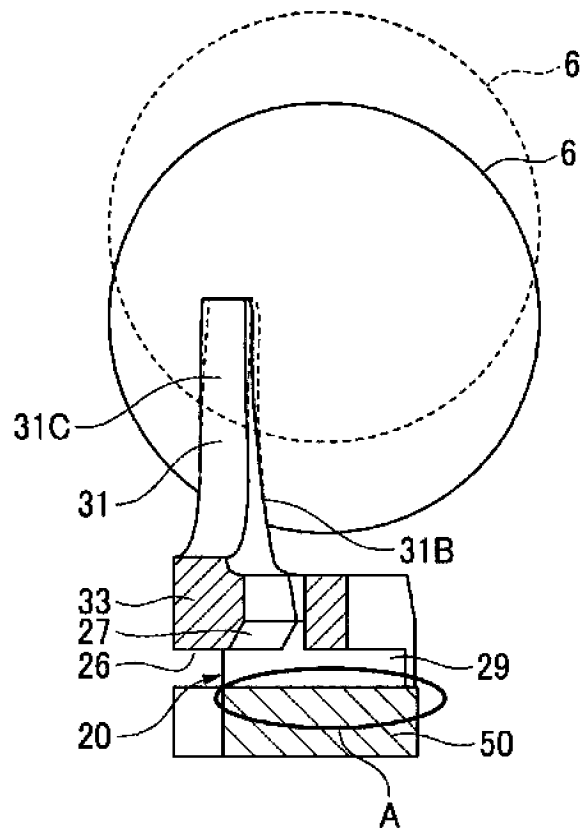


FIG.51

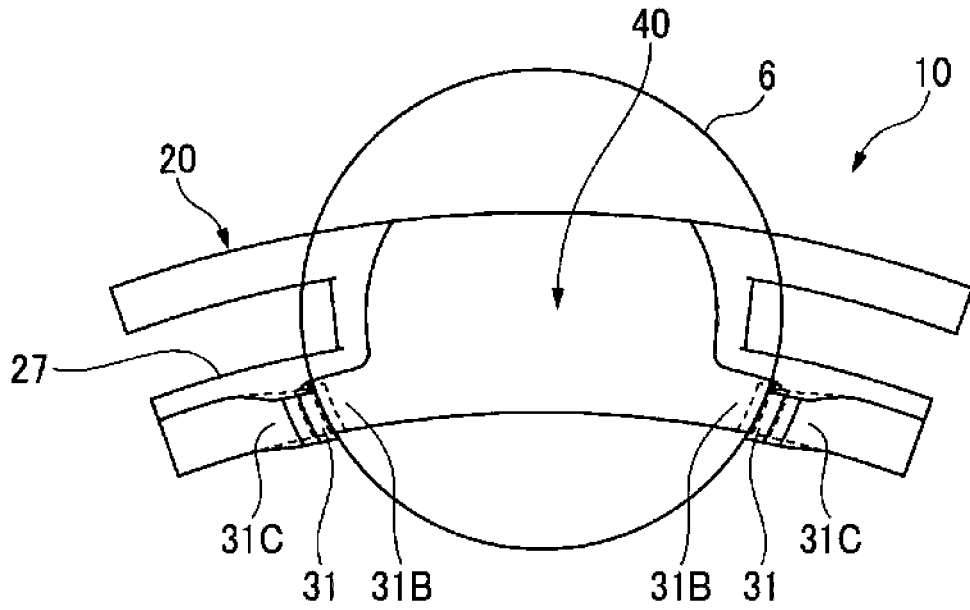


FIG.52

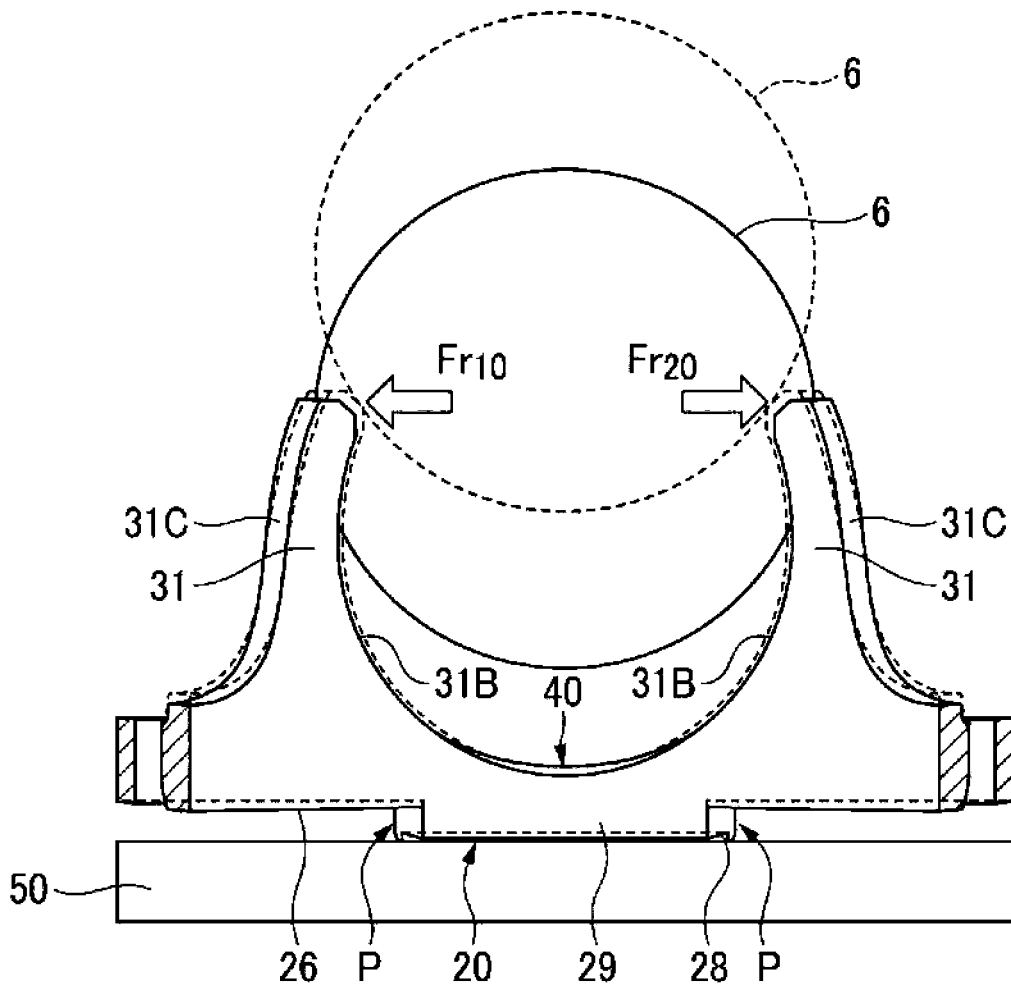


FIG.53

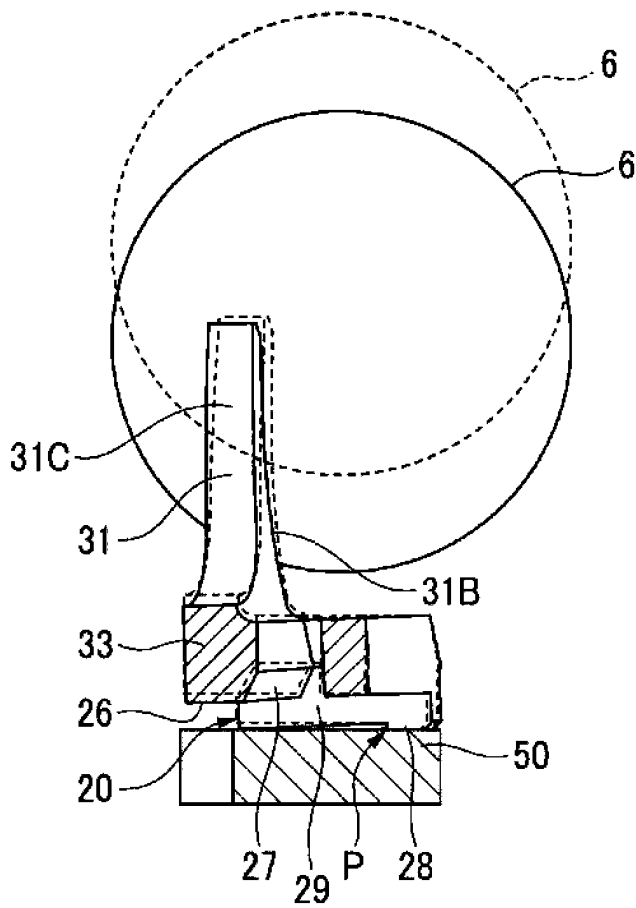


FIG.54

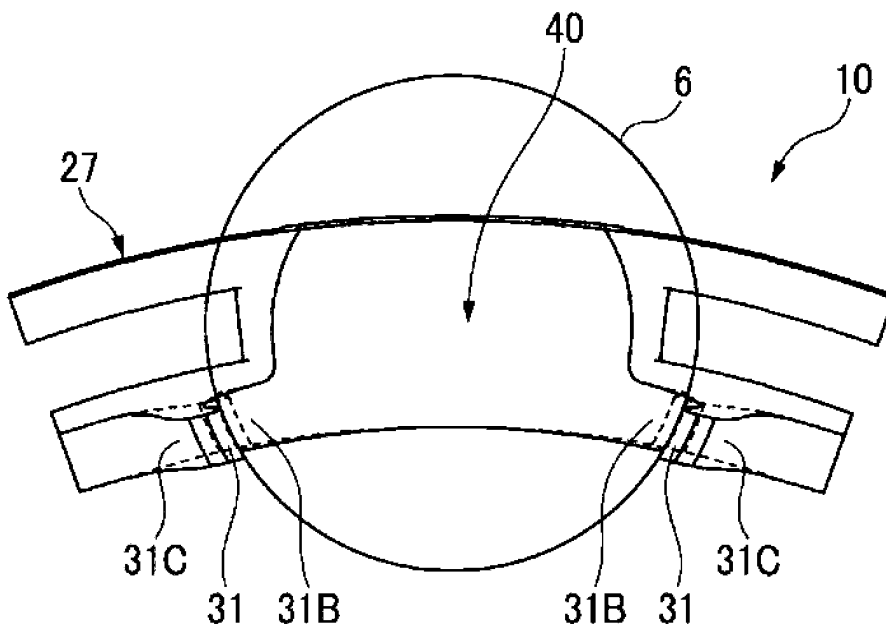


FIG.55

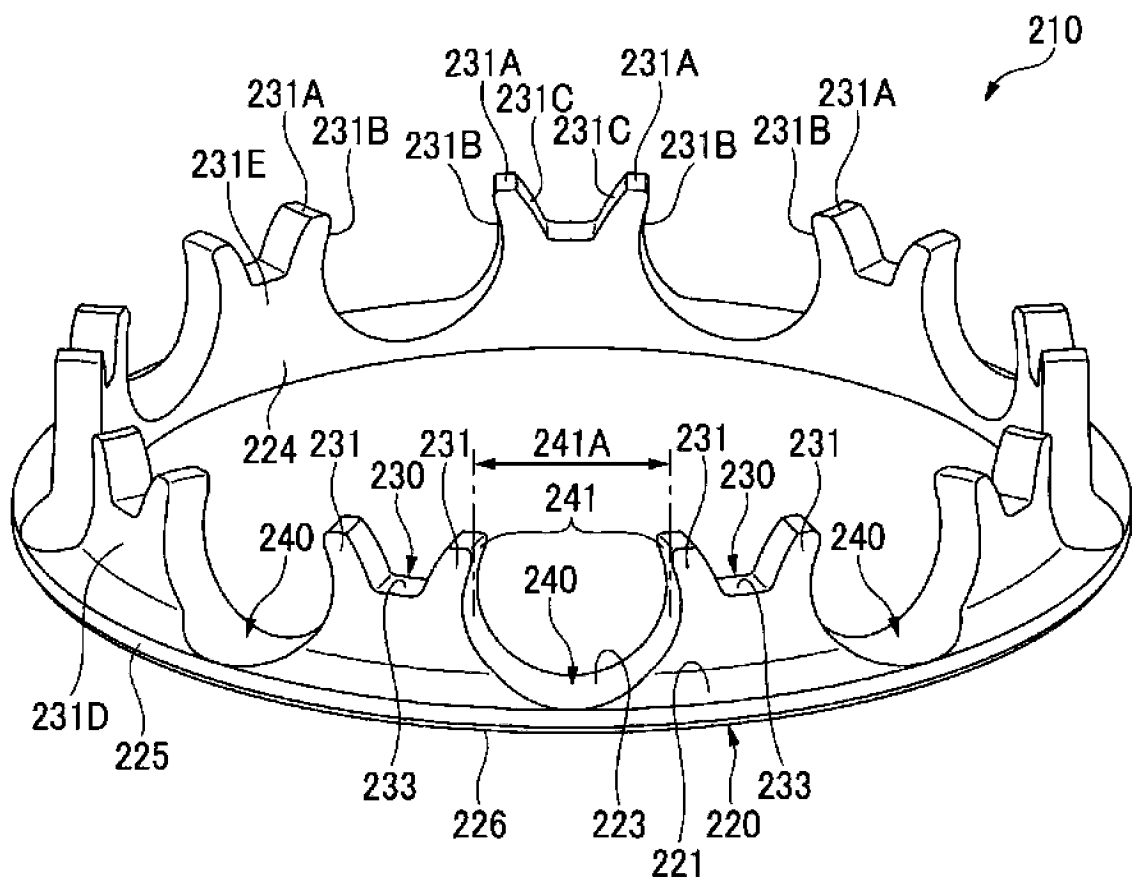


FIG.56

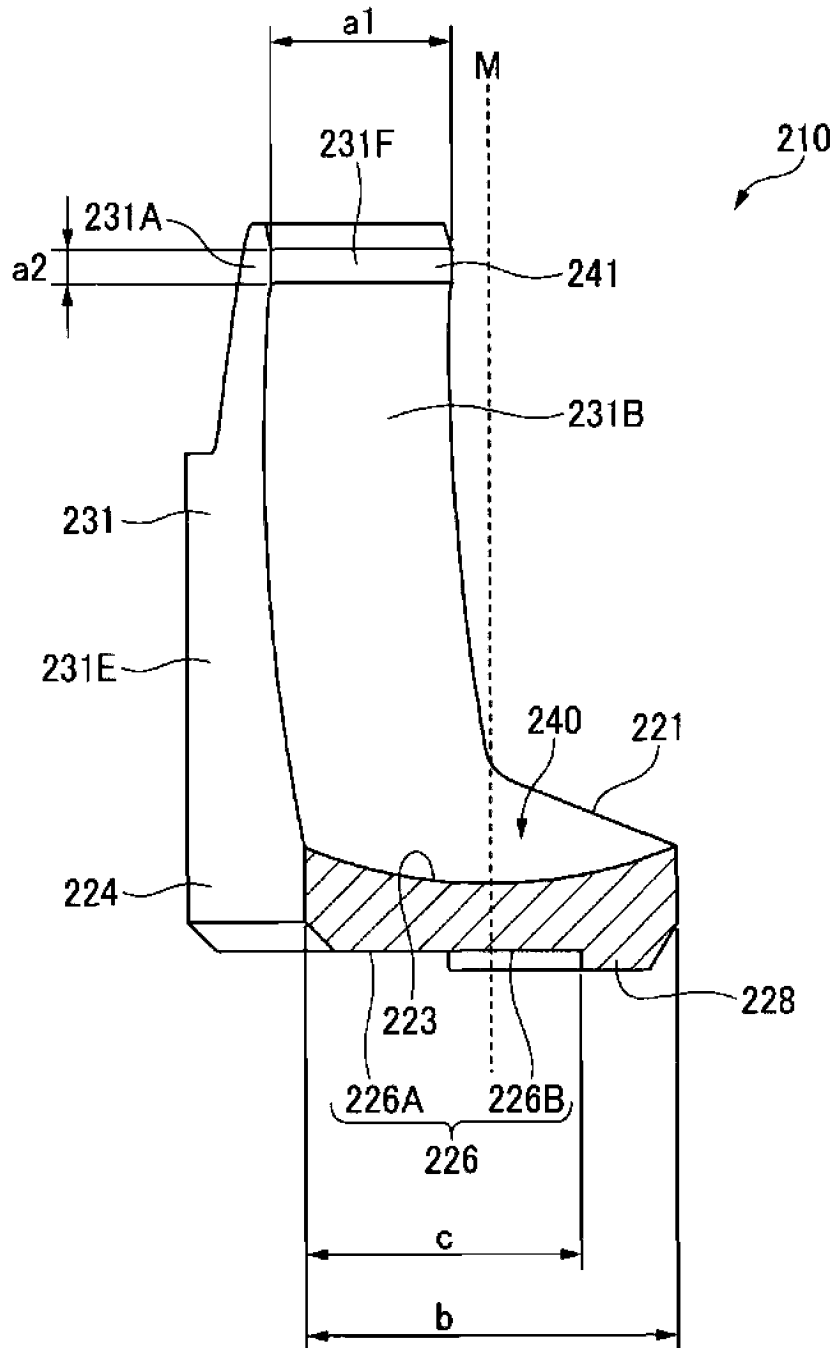


FIG.57

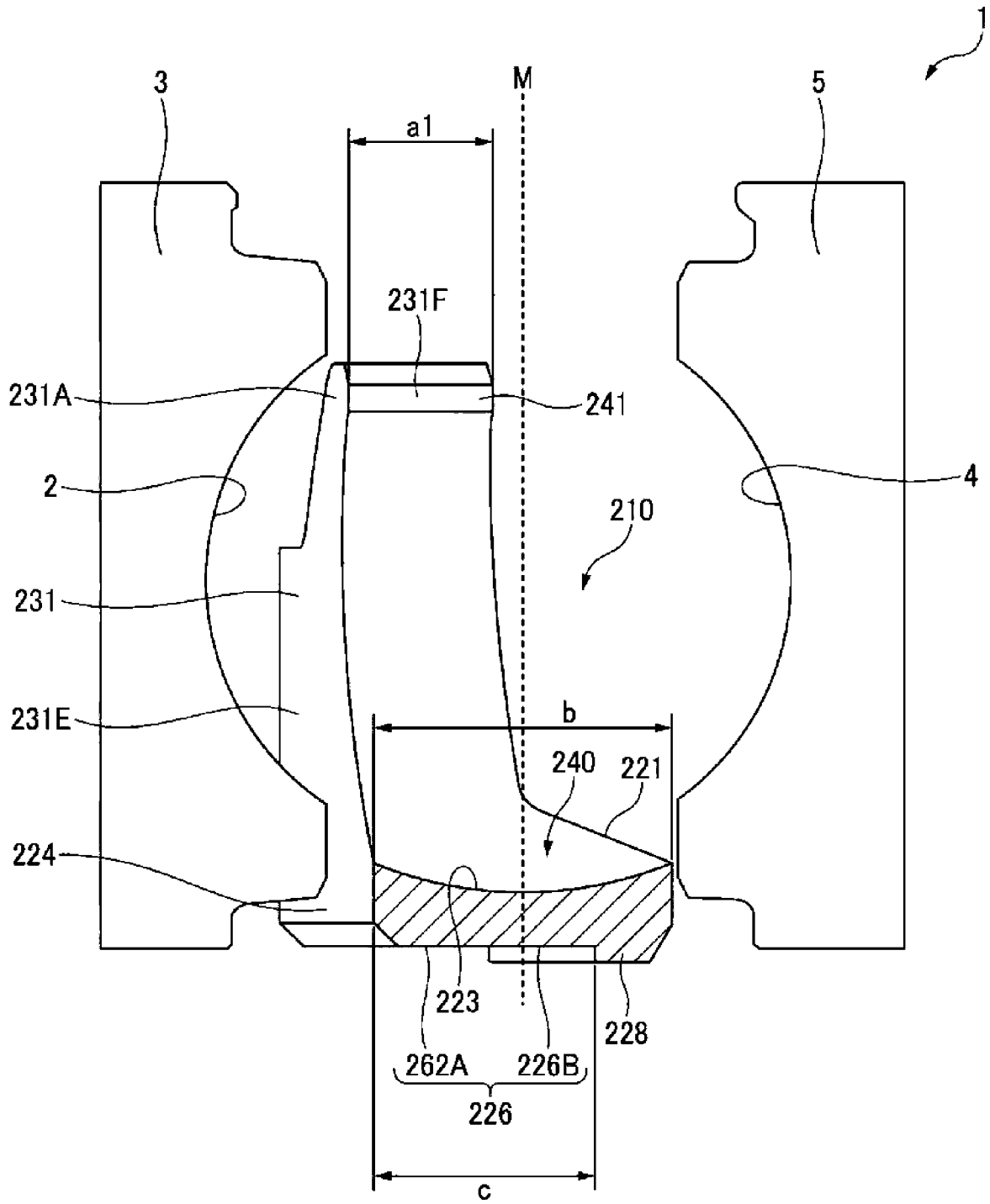


FIG.58

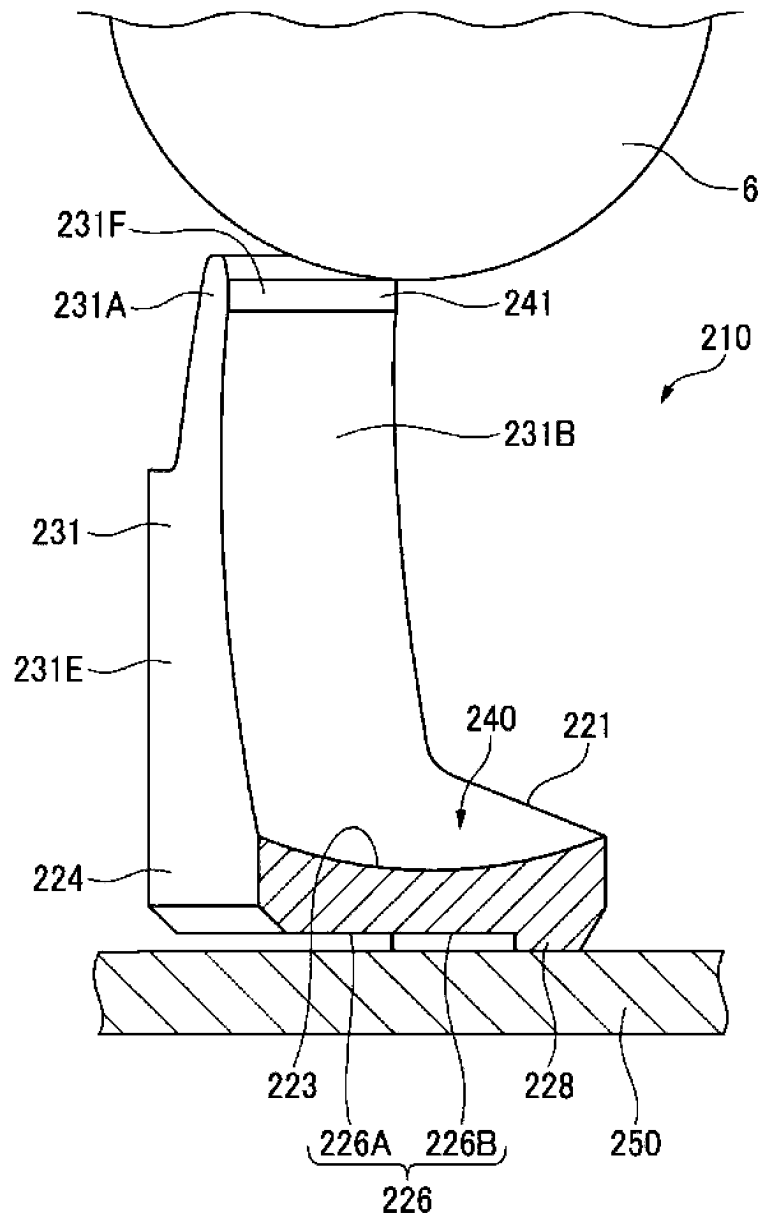


FIG.60

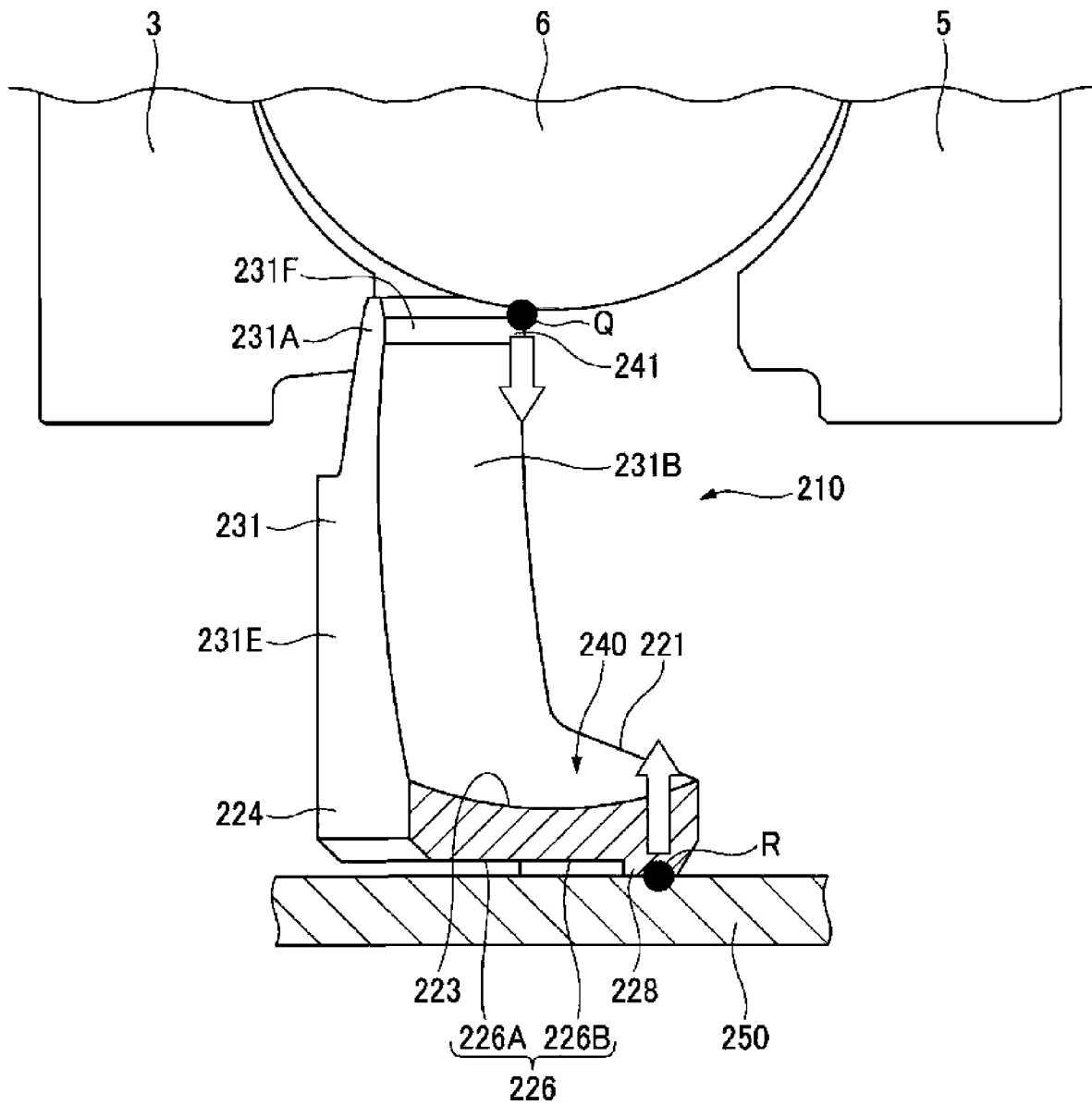


FIG.61

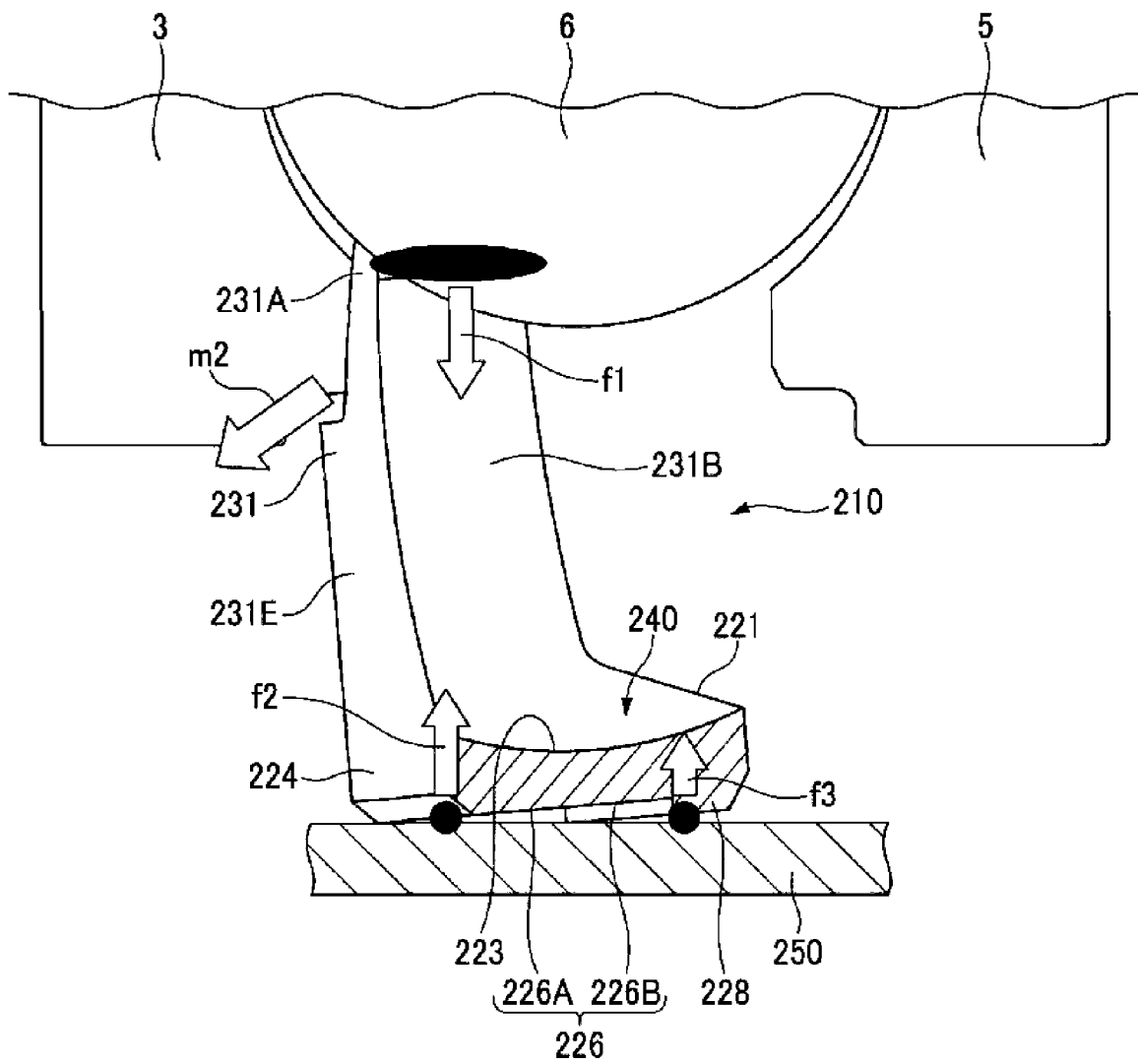


FIG.62A

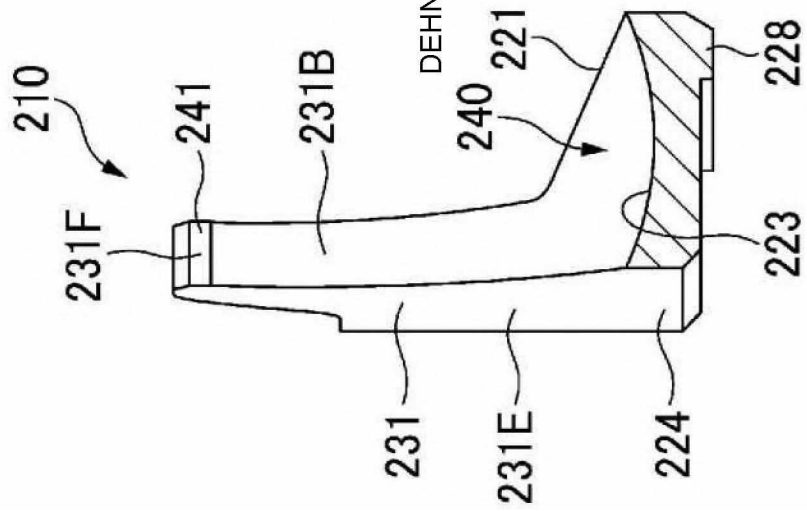


FIG.62B

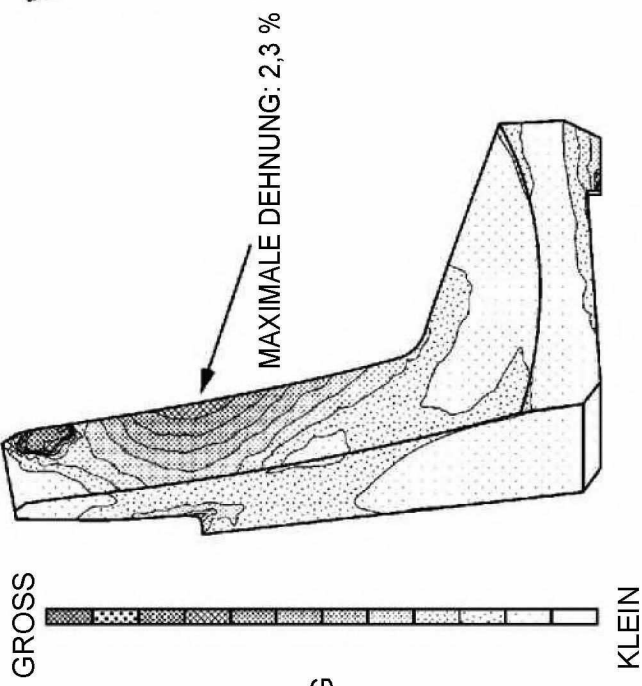


FIG.62C

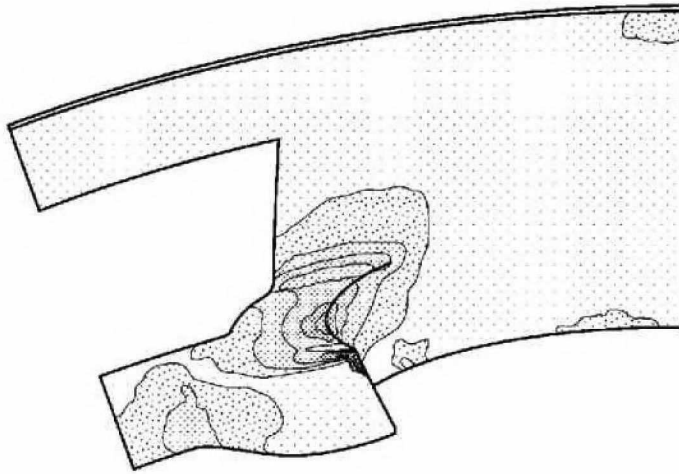


FIG. 63C

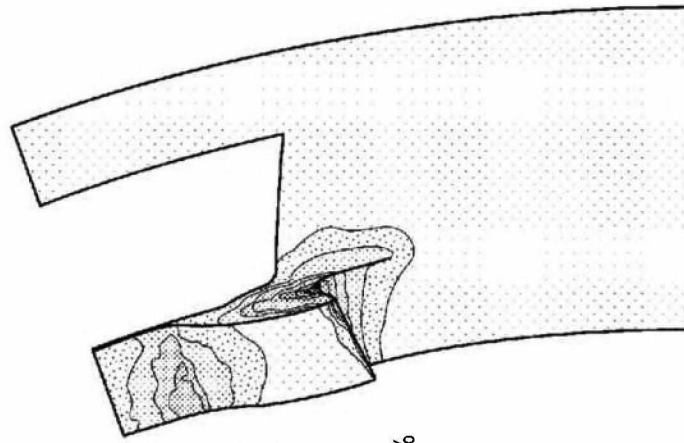


FIG. 63B

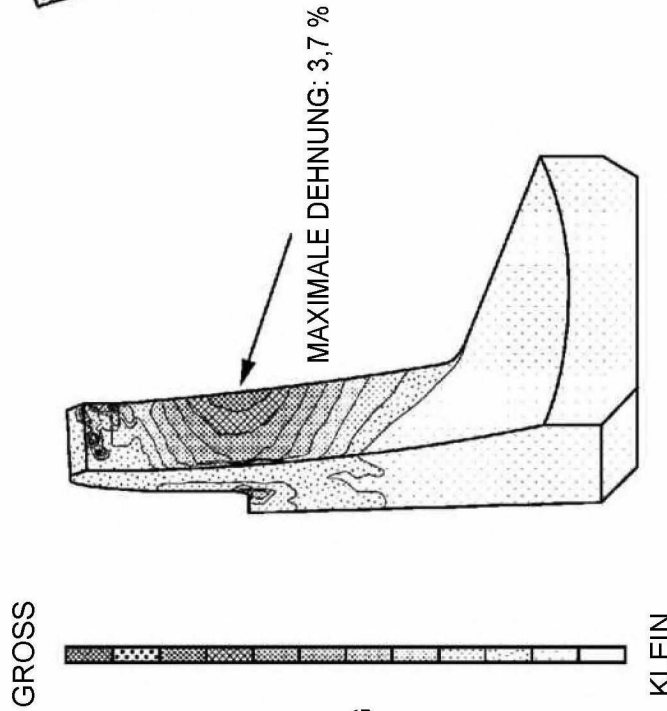


FIG. 63A

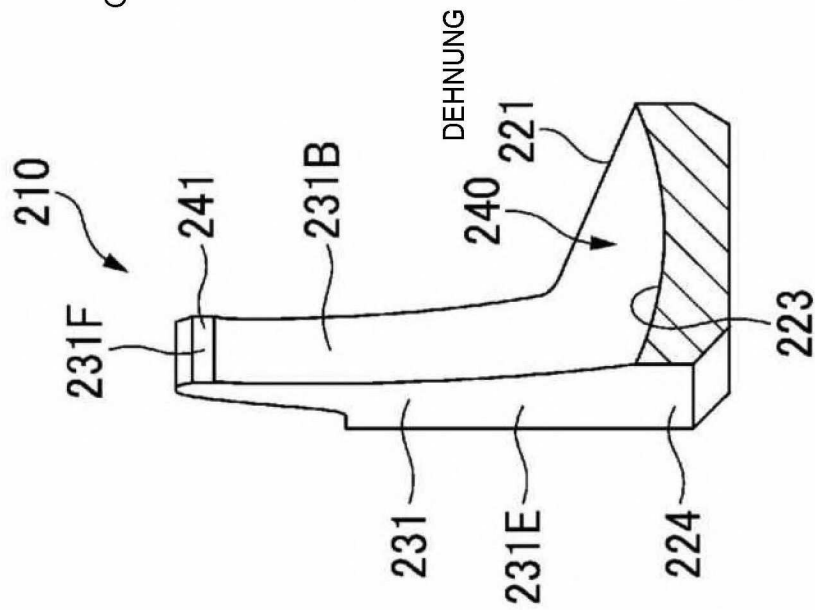


FIG.64

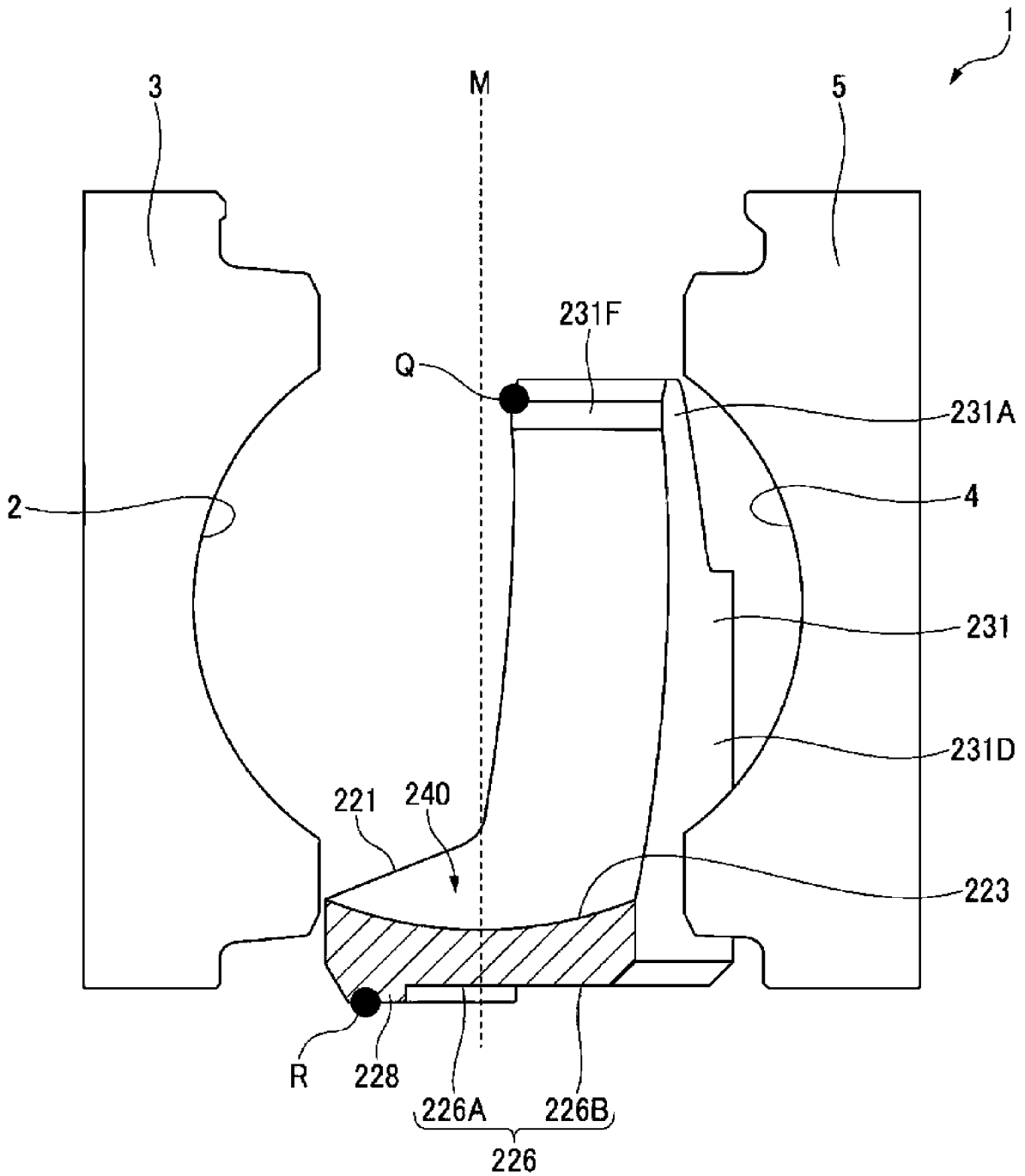


FIG.65

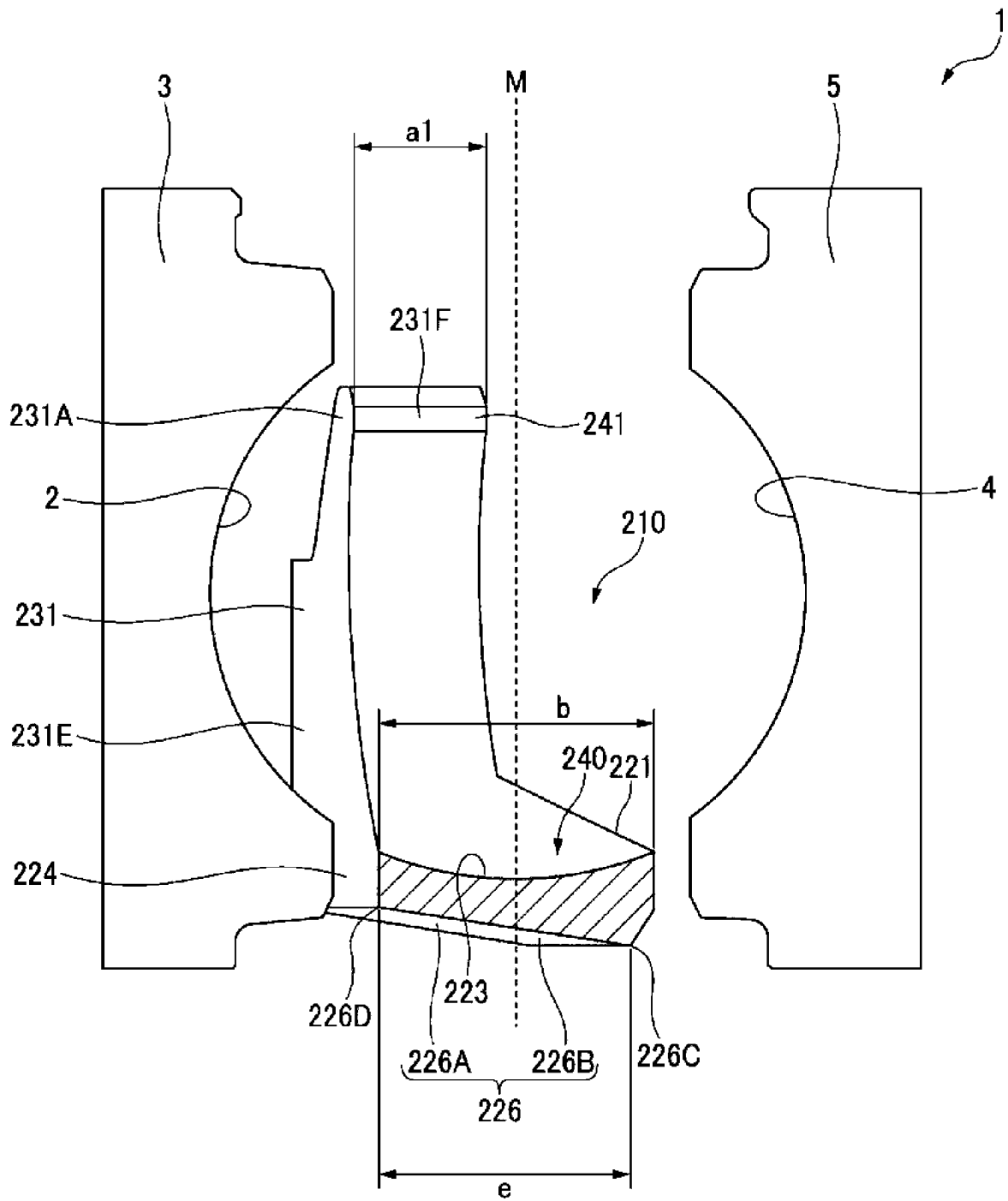


FIG.66

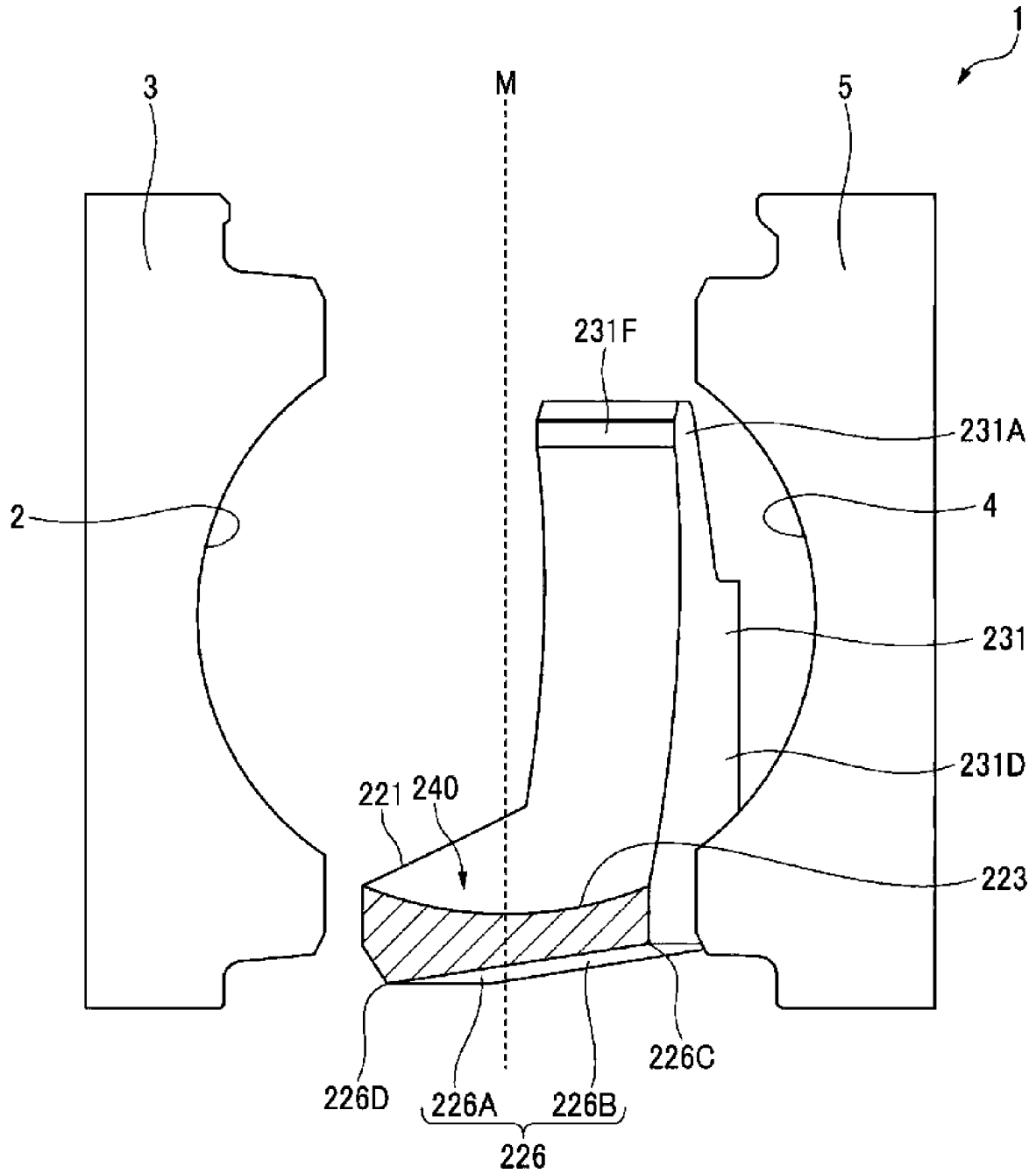


FIG.67

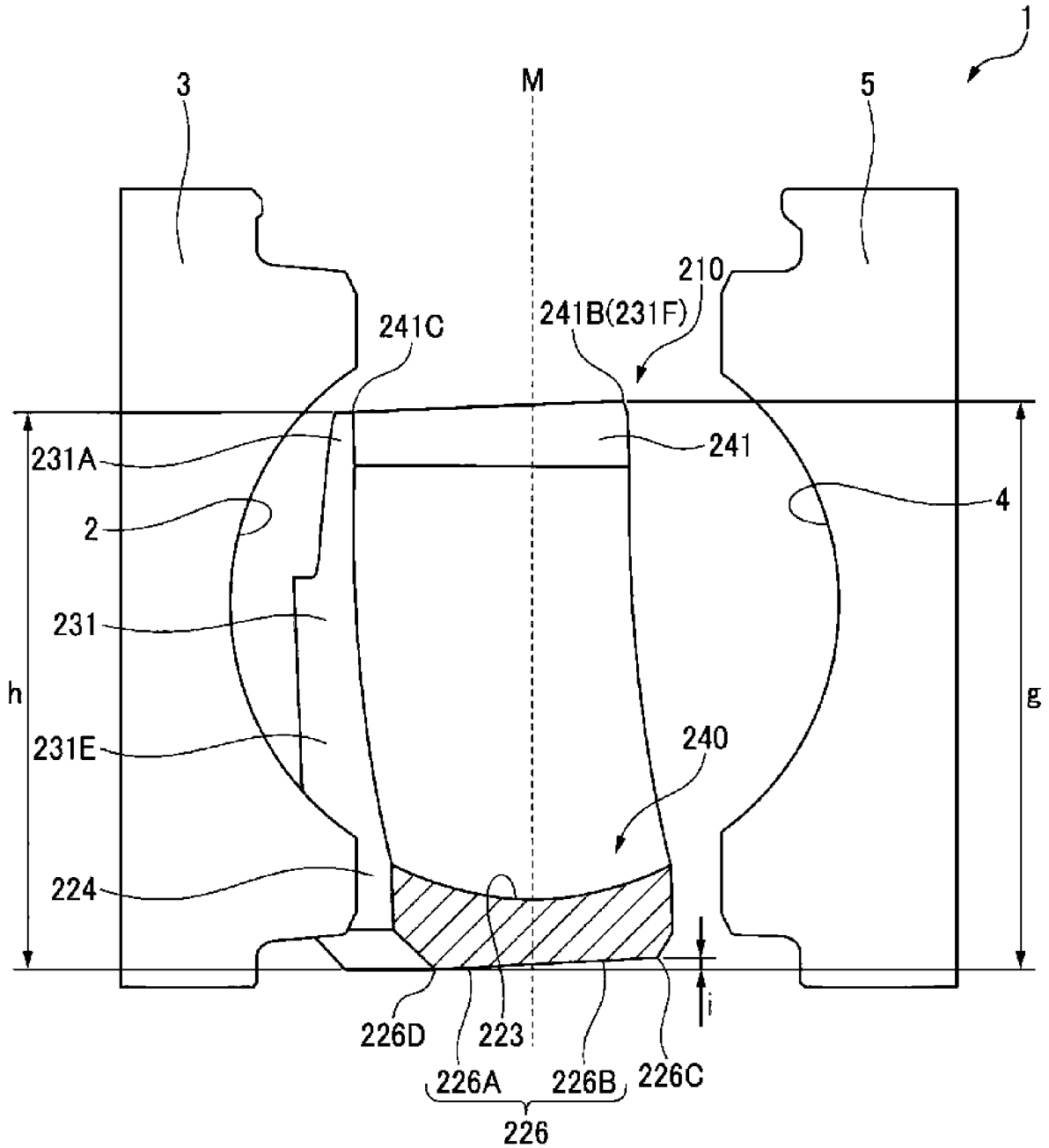


FIG.68

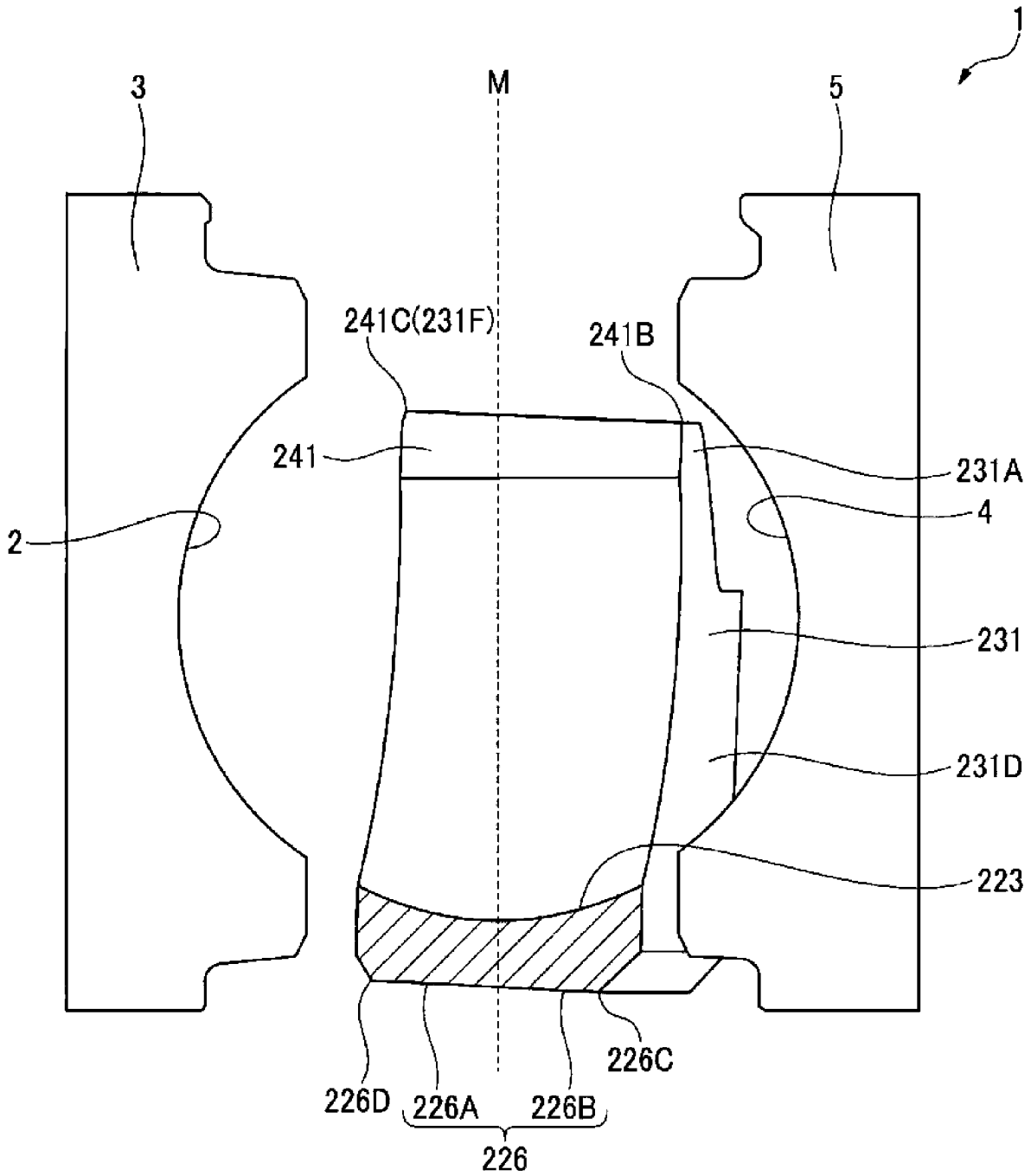


FIG.69

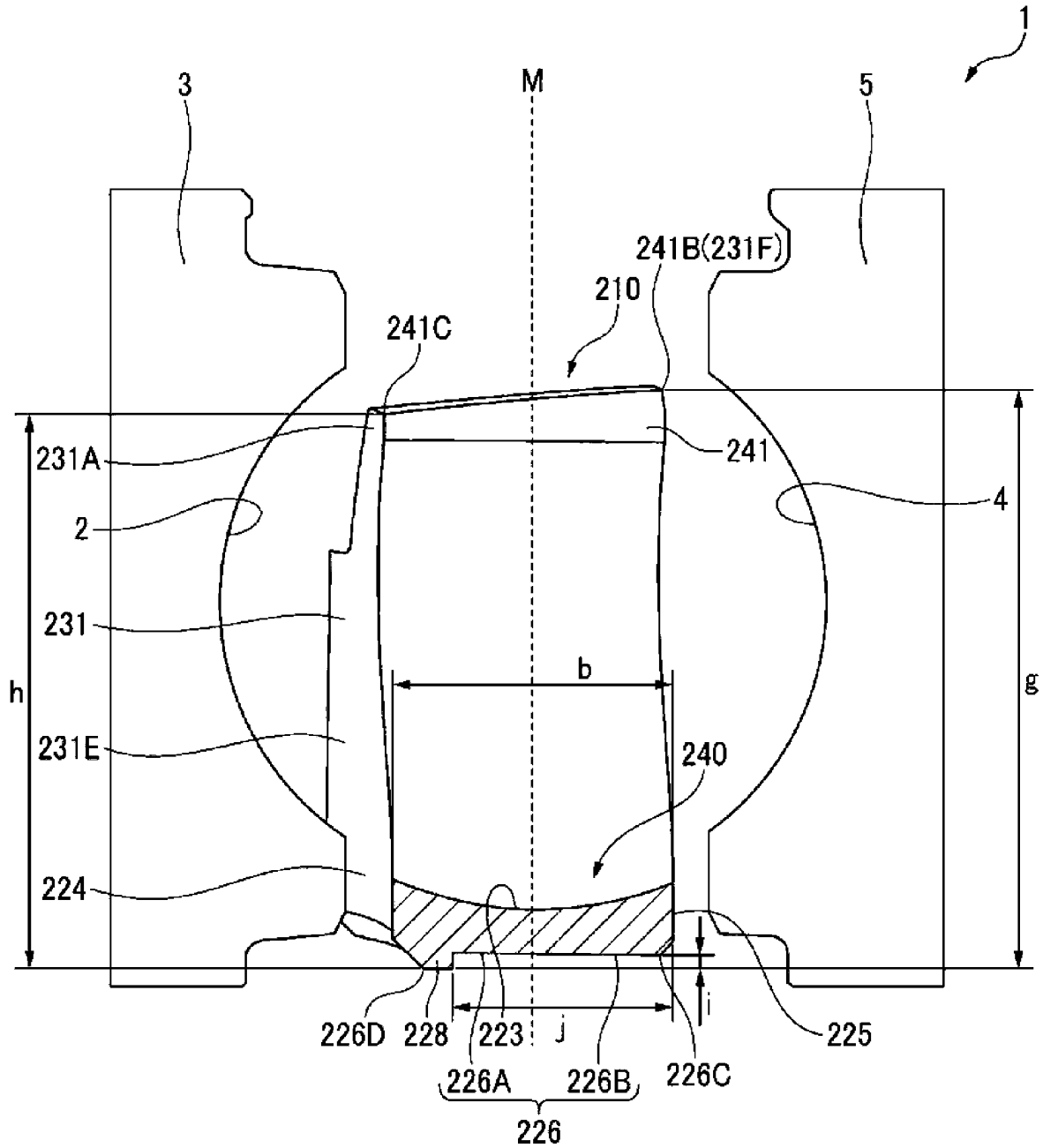


FIG.70

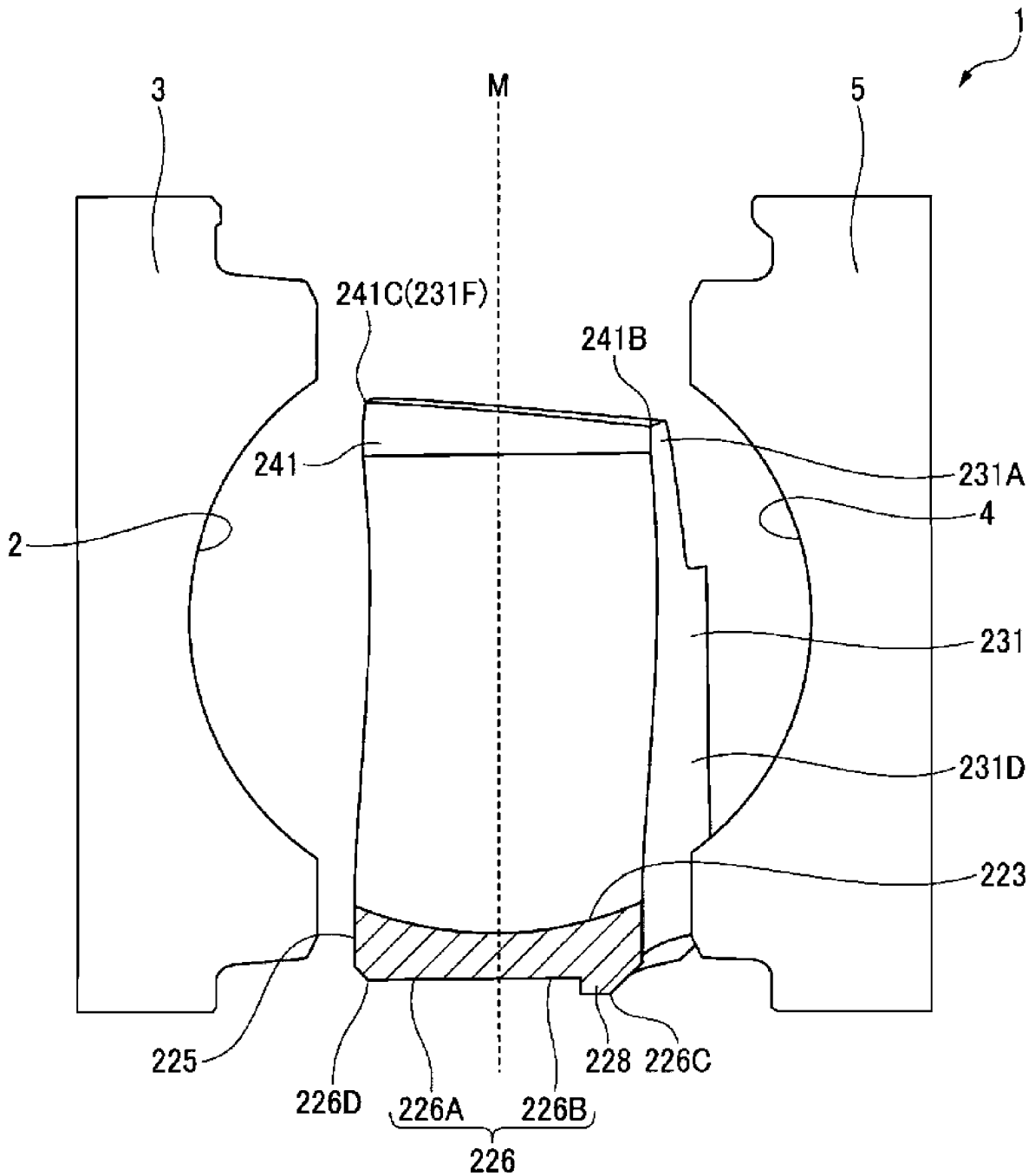


FIG.71

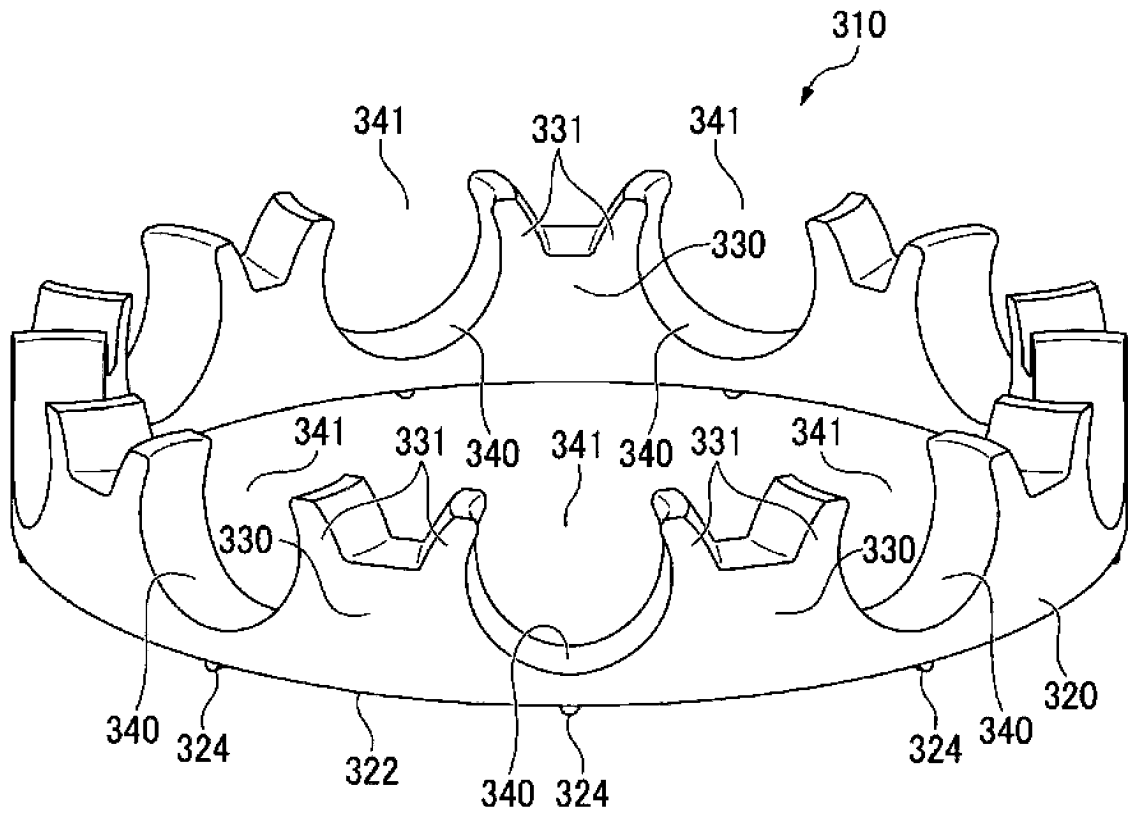


FIG.72

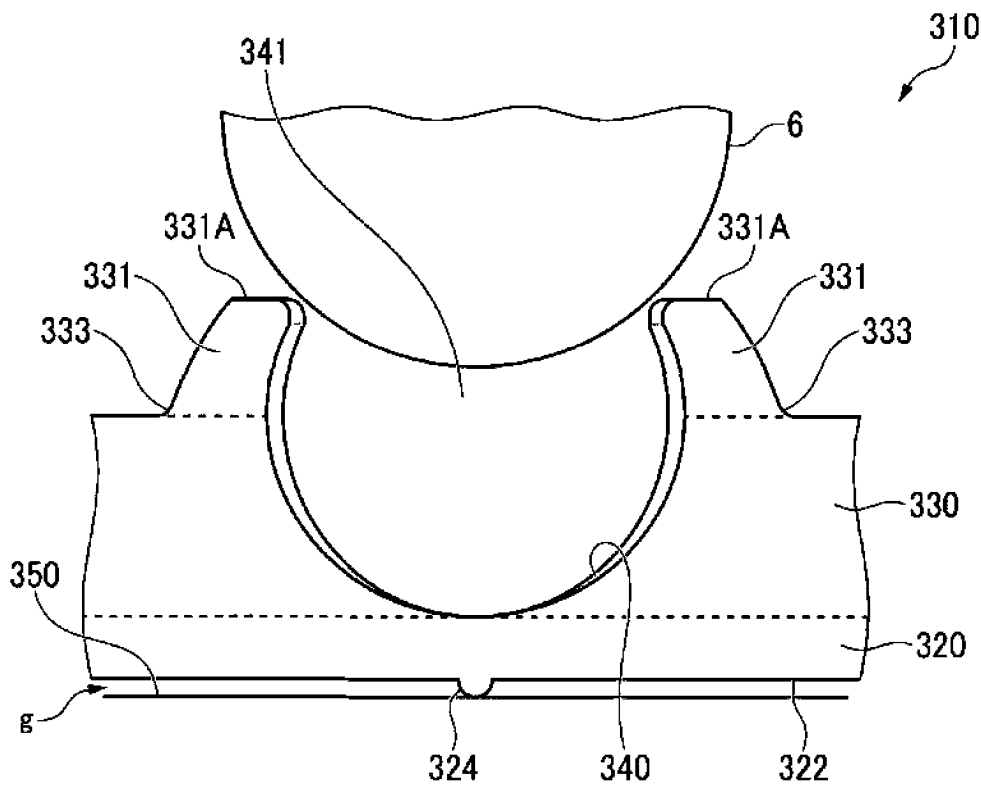


FIG.73

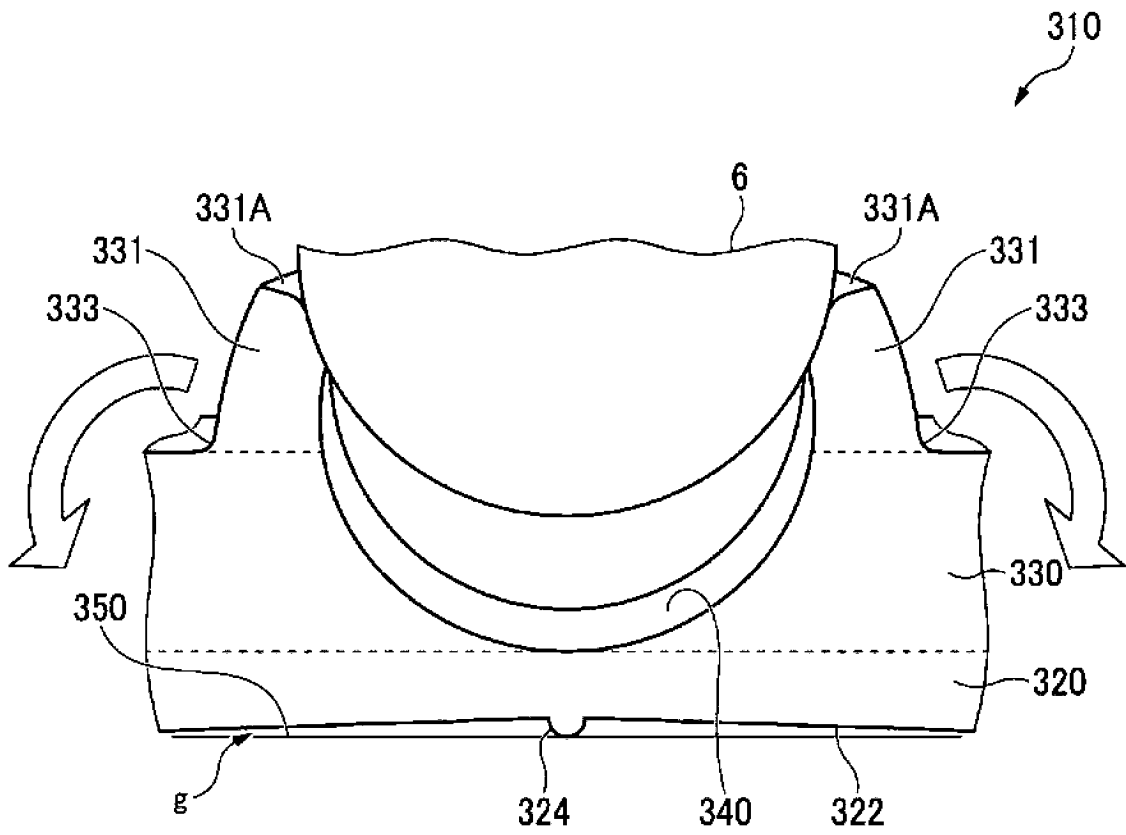


FIG.74

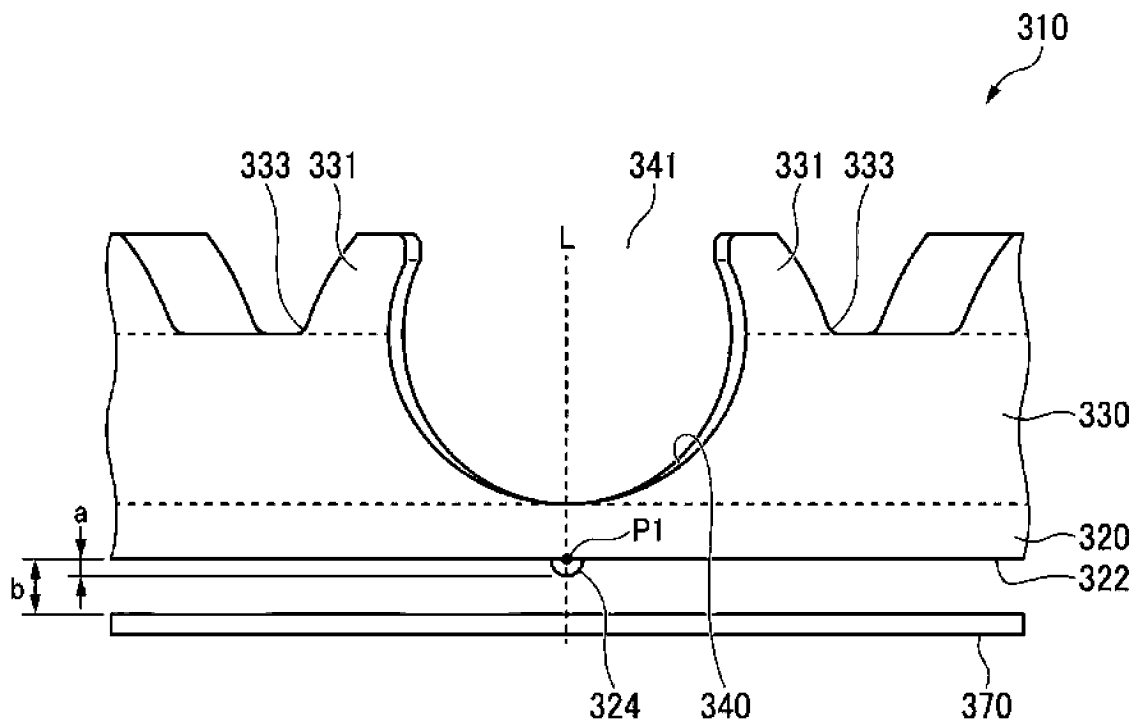


FIG.75

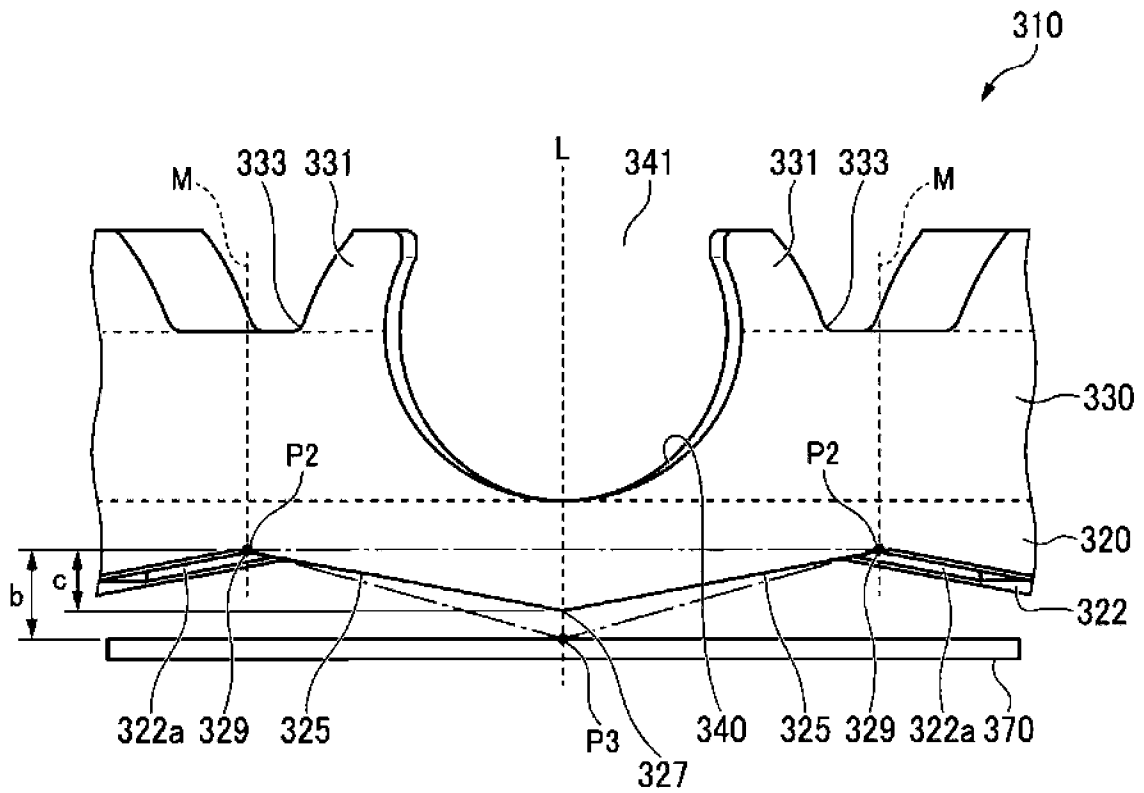


FIG.76

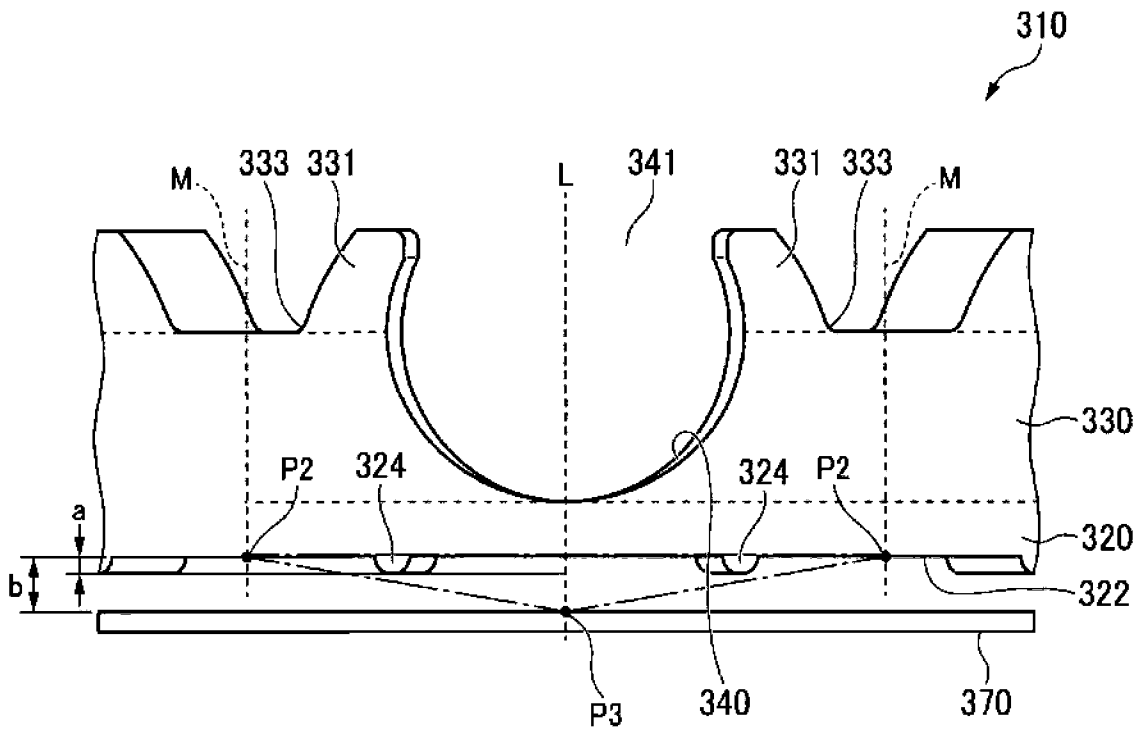


FIG.77

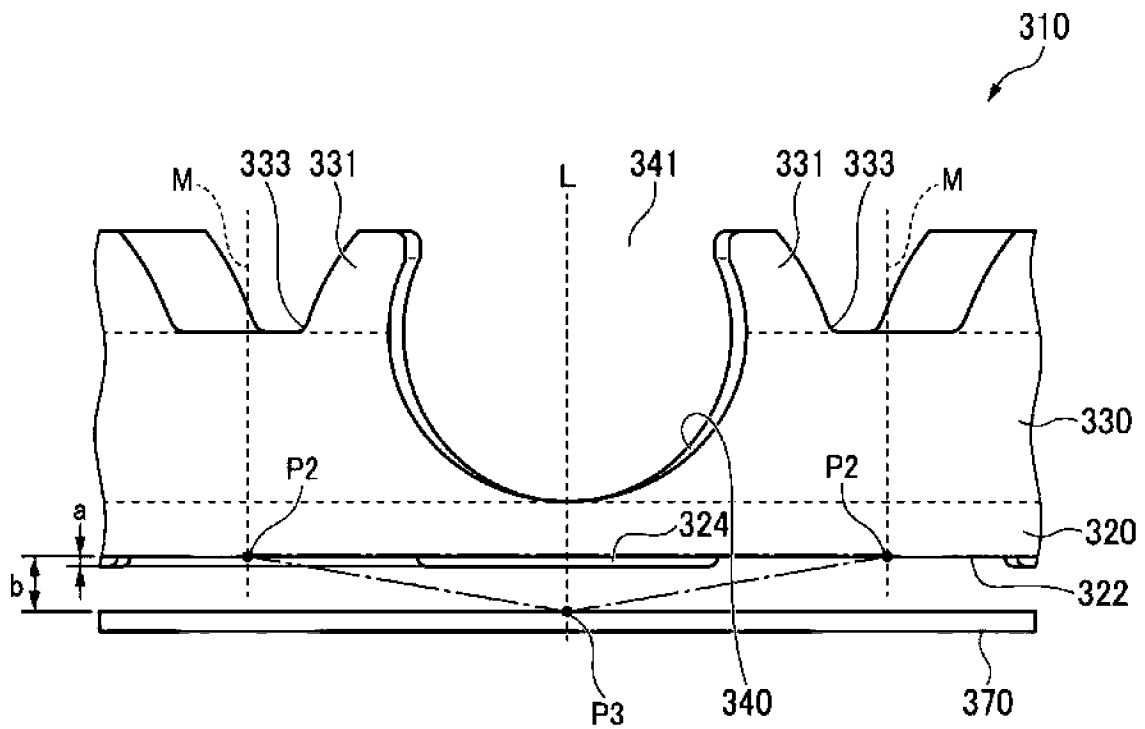


FIG.78

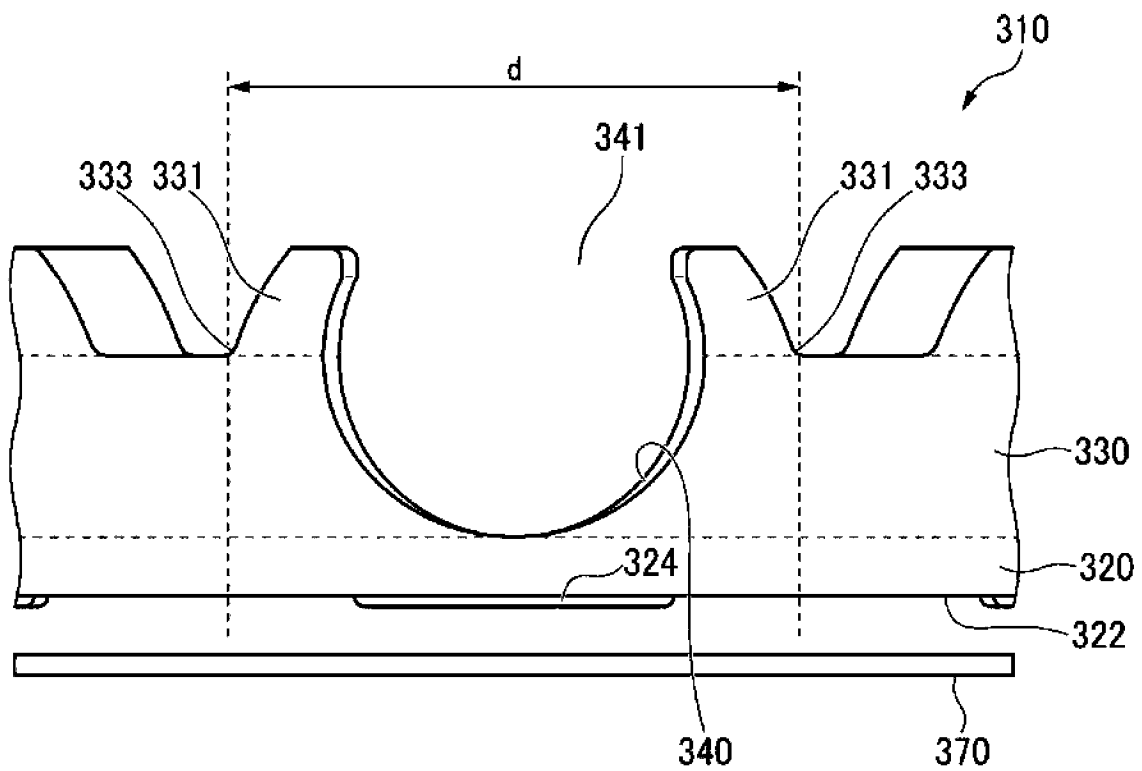


FIG.79

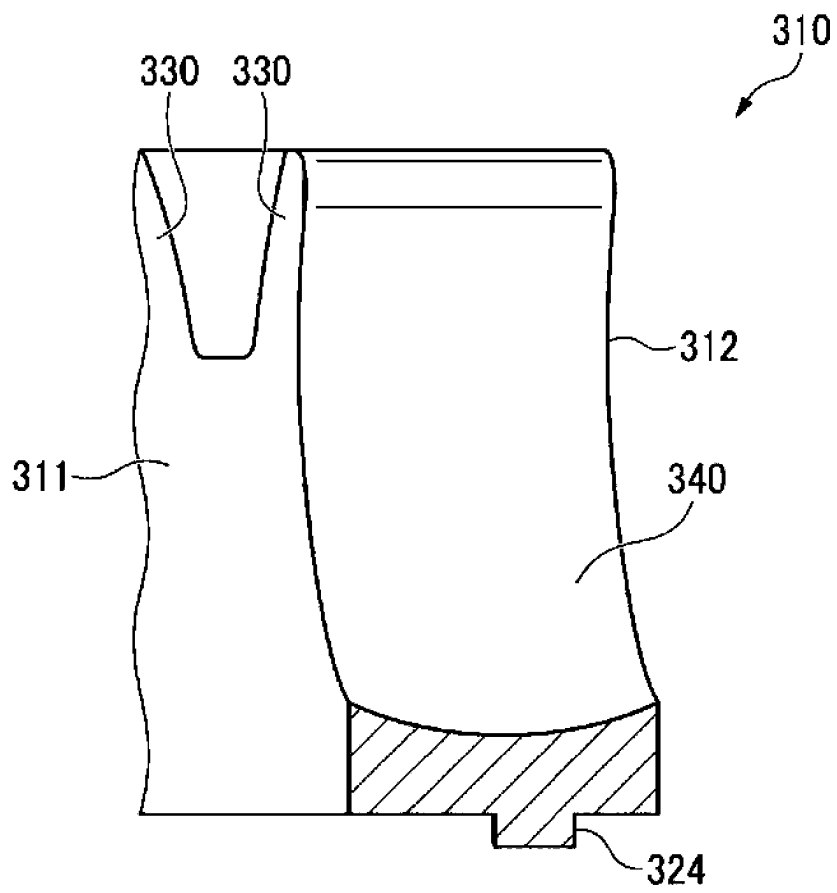


FIG.80

