



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 101 49 070 B4 2004.07.08**

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 49 070.4**
 (22) Anmeldetag: **05.10.2001**
 (43) Offenlegungstag: **25.07.2002**
 (45) Veröffentlichungstag
 der Patenterteilung: **08.07.2004**

(51) Int Cl.7: **F16C 19/36**
F16C 33/36

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(30) Unionspriorität:
2000-305929 (P) 05.10.2000 JP
2000-323086 (P) 23.10.2000 JP
2000-323206 (P) 23.10.2000 JP
2000-403102 (P) 28.12.2000 JP
2001-909814 (P) 27.03.2001 JP
2001-180535 (P) 14.06.2001 JP
2001-294399 (P) 26.09.2001 JP

(72) Erfinder:
Shoda, Yoshio, Tokio/Tokyo, JP; Liu, Jun,
Tokio/Tokyo, JP; Sato, Yukio, Tokio/Tokyo, JP

(62) Teilung in:
101 64 848.0

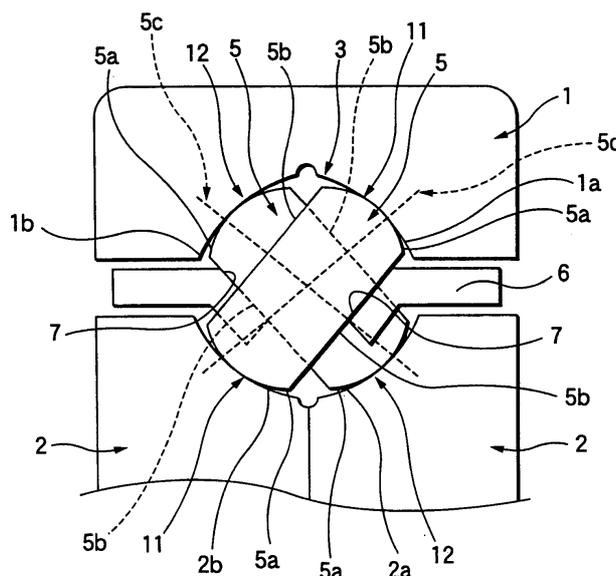
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
 gezogene Druckschriften:
DE 197 29 450 C2
DE 198 60 150 A1
DE 196 54 545 A1
DE 100 27 105 A1
DE 44 11 287 A1
DE 41 42 313 A1
DE 38 24 914 A1
DE 69 20 874 U
DE/WO 32 48 980 A1
EP 09 92 696 A1
JP 09-1 26 233 A
JP 00-0 65 072 A
JP 00-87 983 A

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

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

(54) Bezeichnung: **Wälzlager und Wälzlagervorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Wälzlager mit einem ersten Laufring und einem zweiten Laufring, von denen jeder zumindest eine Laufbahnfläche aufweist, und mit einer Vielzahl von Wälzelementen, die drehbar zwischen dem ersten Laufring und dem zweiten Laufring angeordnet sind, wobei jedes der Wälzelemente eine Wälzkontaktumfangsfläche aufweist, die durch Rotieren einer gekrümmten Buslinie um eine Rotationsachse des Wälzelements begrenzt ist, wobei die gekrümmte Buslinie eine vorbestimmte Krümmung hat, die kleiner ist als ein Radius der zumindest einen Laufbahnfläche, wobei die Wälzkontaktumfangsfläche jedes der Wälzelemente immer einen Punkt auf jeder der zugeordneten mindestens einen Laufbahnfläche auf dem ersten Laufring und der zugeordneten mindestens einen Laufbahnfläche auf dem zweiten Laufring kontaktiert, und wobei einander benachbarte Wälzelemente in einer Umfangsrichtung des Wälzlagers solcher Art angeordnet sind, dass sich ihre Rotationsachsen abwechselnd kreuzen, dadurch gekennzeichnet, dass jedes der Wälzelemente eine an einer Seite abgeschnitten geformte Kugel ist, die durch Abschneiden von einem Bereich der Kugel ausgebildet ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Wälzlager mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentsanspruchs 1, welches zum Aufnehmen einer Radiallast, von Axiallasten in zwei Richtungen und einem Lastmoment in der Lage ist. Das Lager kann für verschiedene Anwendungen, wie z.B. eine Industriemaschine, einen Roboter, ein medizinisches Gerät, eine Halbleiter-/Flüssigkristall-Herstellungsvorrichtung, ein optisches Gerät, ein opto-elektronisches Gerät usw. verwendet werden.

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft weiterhin eine Wälzlageranordnung mit einem solchen Wälzlager, die für die Spindel einer Werkzeugmaschine, einer anderen allgemeinen Hochdrehzahl-Rotationsmaschine oder für eine Kompressorriemenscheibe zu verwenden ist.

[0003] Herkömmlicherweise sind als ein Lager, welches in der Lage ist, eine Radiallast, Axiallasten in zwei Richtungen und ein Lastmoment aufzunehmen, ein Kreuz-Rollenlager und ein Vierpunktkontakt-Rollenlager bekannt. Bei dem herkömmlichen Kreuz-Rollenlager ist zwischen einem Innenring **100** und einem Außenring **200** eine zylinderförmige Rolle **300** eingebaut (siehe Fig. 94). Andererseits ist bei dem herkömmlichen Vierpunktkontakt-Kugellager zwischen einem Innenring **100** und einem Außenring **200** eine Kugel **400** eingebaut (siehe Fig. 95).

[0004] Bei dem herkömmlichen Kreuz-Rollenlager und dem Vierpunktkontakt-Kugellager wurden jedoch die folgenden Probleme, die zu lösen sind, herausgefunden.

(1) Da im Falle des Kreuz-Rollenlagers ein Wälzelement eine zylindrisch geformte Rolle **300** und die Wälzkontaktfläche **301** der Rolle **300** im Linienekontakt mit einer Laufbahnnut **500** ist, wird ein großes Drehmoment erzeugt.

(2) Da im Falle des Vierpunktkontakt-Kugellagers ein Wälzelement eine Kugel ist, erzeugt, wenn das Lager eine reine Axiallast aufnimmt oder wenn eine Axiallast über eine Radiallast dominiert, das Vierpunktkontakt-Kugellager ein kleineres Drehmoment, als das Kreuz-Rollenlager der gleichen Größe.

[0005] Wenn andererseits eine Radiallast über eine Axiallast dominiert oder wenn das Lager eine reine Radiallast aufnimmt, ist jede Kugel **400** mit einer Laufbahnnut **500** an vier Punkten **401**, **401**, **401** und **401** in Kontakt, und daher tritt ein großer Spinschlupf zwischen der Kugel **400** und der Laufbahnnut **500** auf, was in einem großen Drehmoment resultiert.

[0006] Als zu verwendendes Lager bei der Hochdrehzahl-Rotationsmaschine, wie z.B. der Werkzeugmaschinen-spindel, wurde beim Stand der Technik ein Schrägkugellager oder ein Vierpunktkontakt-Kugellager hinsichtlich ihrer Drehzahl und Axialsteifigkeit verwendet, wie in den Fig. 96 bis 98 gezeigt ist. Die Bezugszahl **900** bezeichnet eine Dreh-

welle.

[0007] In Fig. 96 wird die Radiallast durch zwei zylindrische Rollenlager **600** getragen, und Axiallasten in zwei Richtungen werden getragen oder die axialen Verschiebungen werden begrenzt durch zwei Schrägkugellager **700**.

[0008] In Fig. 97 tragen die vier Schrägkugellager **700** die Radiallasten zusammen mit einem Zylinderrollenlager **600**, während die Axiallasten in den zwei Richtungen getragen werden oder die axialen Verschiebungen beschränkt werden.

[0009] In Fig. 98 wird die Radiallast durch die zwei Zylinderrollenlager **600**, wie in Fig. 96, getragen, aber die Axiallasten in den zwei Richtungen werden getragen oder die axialen Verschiebungen werden beschränkt durch ein Vierpunktkontakt-Kugellager **800**, wie in Fig. 99 gezeigt ist.

[0010] In diesen Figuren bezeichnet die Bezugszahl **801** einen Außenring; die Bezugszahl **802** einen Innenring; die Bezugszahl **803** ein Wälzelement; und Bezugszahl **804** einen Käfig.

[0011] Der Stand der Technik, sofern beschrieben, weist das folgende Problem auf.

[0012] In den Strukturen der Fig. 96 und 97, die das Schrägkugellager **700** verwenden, kann dieses eine Schrägkugellager **700** nur die Axiallast in einer Richtung tragen. Um die Axiallasten in zwei Richtungen zu tragen ist es daher üblich, zwei oder mehr Schrägkugellager **700** in Kombination zu verwenden.

[0013] Das Lager jedoch, das bei der Hochdrehzahl-Rotationsmaschine zu verwenden ist, wie z.B. der Werkzeugmaschinen-spindel, erfordert eine hohe Präzision und hat daher einen hohen Preis. Wenn die Anzahl der Schrägkugellager **700**, die anzuordnen sind, größer wird, wird darüber hinaus die axiale Größe der Lageranordnung größer. Daher können die Lageranordnung und entsprechenderweise das gesamte System nicht kompakt ausgeführt werden, was ein Problem bewirkt dahingehend, dass die Kosten für die gesamte Vorrichtung ansteigen.

[0014] Bei dem Aufbau, der das Vierpunktkontakt-Kugellager verwendet, das in Fig. 98 und Fig. 99 gezeigt ist, kann darüber hinaus das einzelne Lager die Radiallast, die Axiallasten in zwei Richtungen und das Lastmoment tragen, so dass das einzelne Vierpunkt-Kugellager **800** die Funktionen der beiden Schrägkugellager realisieren kann. Daher hat dieser Aufbau Vorteile hinsichtlich einer kompakten Größe und niedriger Kosten. Wo die Radiallast über die Axiallasten dominiert oder wo eine reine Radiallast getragen wird, stellen jedoch die einzelnen Kugeln **803** des Vierpunktkontakt-Kugellagers **800** Kontakte an vier Punkten mit den Ringen **801** und **802** her. Daher drehen sich die Kugeln **803** in starkem Maße, was ein Problem dahingehend bewirkt, dass ein geringes Spinverschleißverhalten nicht erzielt werden kann. Dieses Problem ist besonders schwerwiegend durch die Wirkung der Zentrifugalkraft, besonders in dem Fall der Werkzeugmaschine, die sich mit einer hohen Drehzahl dreht.

[0015] Um das Spinverschleißverhalten auch nur ein wenig zu verbessern, wird der Abstand zwischen den Lagern üblicherweise positiv festgelegt. Als ein Ergebnis wird die Steifigkeit der Lager verringert, was nachteilige Effekte auf die Steifigkeit der Gesamtheit des Lagersystems zum Stützen der Drehwelle bewirkt.

Stand der Technik

Aufgabenstellung

[0016] Die vorliegende Erfindung geht aus vom Stand der Technik nach der DE 100 27 105 A1 ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Wälzlager und eine Wälzlagervorrichtung, die solche Wälzlager verwendet, dahingehend zu verbessern, dass zur Beibehalten der Vorteile, wie Steuerung eines Spindschlupfes zwischen Wälzelement und Laufbahnnut, Eruption des Wälzwidestandes und Aufnahme von Radiallasten, Axiallasten in zwei Richtungen und einen Lastmoment gleichzeitig der Aufbau vereinfacht und kostengünstiger ist.

[0017] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

[0018] Bei dem Wälzlager entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, dass der erste Laufring eine erste und eine zweite Laufbahnfläche umfasst.

[0019] Bei dem Wälzlager entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, dass der erste Laufring geteilt ist und außerdem eine Befestigungsvorrichtung umfasst, die zur Befestigung der ersten und zweiten Laufbahnfläche jedes Laufringteils miteinander dient.

[0020] Bei dem Wälzlager entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, dass der zweite Laufring eine erste und eine zweite Laufbahnfläche aufweist.

[0021] Bei dem Wälzlager entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, dass der zweite Laufring geteilt ist und außerdem eine Befestigungsvorrichtung umfasst zur Befestigung der ersten und zweiten Laufbahnflächen jedes Laufringteils miteinander zu dienen.

[0022] Das Wälzlager vorliegender Erfindung weist vorteilhaft eine Positionier Vorrichtung auf, in welche einander benachbarte Wälzelemente in einer solchen Weise eingebaut sind, dass deren Rotationsachsen sich abwechselnd kreuzen.

[0023] Bei dem Wälzlager entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, dass die Positionier Vorrichtung ein Käfig ist, der zwei in Umfangsrichtung angeordnete Haltebereiche aufweist, welche die Wälzelemente beidseitig in Richtung der abwechselnd gekreuzten Rotationsachsen halten.

[0024] Bei dem Wälzlager entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, dass die Positionier Vorrichtung eine Vielzahl von Abstandshaltern

aufweist, von denen jeder einen Durchmesser aufweist, der kleiner als ein Durchmesser jedes der Wälzelemente ist sowie zwei aussparungsförmige Bogenflächen an einander entgegengesetzten Flächen gekreuzt aufweist.

[0025] Bei dem Wälzlager entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, dass die Positionier Vorrichtung ein Käfig ist, der eine Anzahl von Aussparungen aufweist, in welchen eine gleiche Anzahl von Wälzelementen jeweils abwechselnd gekreuzt eingesetzt sind, wobei die Aussparungen entlang der Umfangsrichtung des Käfigs versetzt und in einem vorbestimmten Abstand in Umfangsrichtung angeordnet sind.

[0026] Bei dem Wälzlager entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, dass mindestens eine Laufbahnfläche und/oder die Vielzahl der Wälzelemente einen rostfreien Stahl enthalten.

[0027] Bei dem Wälzlager entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, dass mindestens eine Laufbahnfläche und/oder die Vielzahl der Wälzelemente ein Keramikmaterial enthalten.

[0028] Bei dem Wälzlager entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, dass mindestens eine Laufbahnfläche und/oder die Vielzahl der Wälzelemente einen Kunststoff enthalten.

[0029] Bei dem Wälzlager entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, dass mindestens eine Laufbahnfläche und/oder die Vielzahl der Wälzelemente eine korrosionsfeste Beschichtung auf einer Fläche aufweisen.

[0030] Bei dem Wälzlager entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, dass dieses Dichtungsplatten aufweist, die zwischen dem ersten Laufring und dem zweiten Laufring angeordnet sind.

[0031] Bei dem Wälzlager entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, dass dieses einen Flansch aufweist, der in zumindest am ersten und/oder zweiten Laufring ausgebildet ist.

[0032] Bei dem Wälzlager entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, dass dieses ein schmiermittelhaltiges Polymerelement aufweist, das in einem Innenraum des Lagers angeordnet ist.

[0033] In dem Wälzlager entsprechend der vorliegenden Erfindung ist es vorteilhaft, dass ein Innenabstand des Lagers einen negativen Wert aufweist.

[0034] Das erfindungsgemäße Wälzlager ist bei Wälzlagervorrichtungen zum Stützen einer Rotationswelle oder für eine Kompressorriemenscheibe einsetzbar.

Ausführungsbeispiel

[0035] **Fig. 1** ist eine Längsschnittansicht eines Wälzlagers mit einem weggelassenen Teil entsprechend eines ersten Beispiels;

[0036] **Fig. 2A** ist eine vergrößerte Perspektivansicht eines Wälzelementes;

[0037] **Fig. 2B** ist eine vergrößerte Perspektivansicht eines Wälzelementes;

[0038] **Fig. 3** ist eine Längsschnittansicht eines Wälzlagers mit einem weggelassenen Teil entsprechend eines zweiten Beispiels;

[0039] **Fig. 4** ist eine Längsschnittansicht eines Wälzlagers mit einem weggelassenen Teil entsprechend eines dritten Beispiels;

[0040] **Fig. 5** ist eine Längsschnittansicht eines Wälzlagers mit einem weggelassenen Teil entsprechend eines vierten Beispiels;

[0041] **Fig. 6** ist eine Längsschnittansicht eines Wälzlagers mit einem weggelassenen Teil entsprechend eines fünften Beispiels;

[0042] **Fig. 7** ist eine vergrößerte Perspektivansicht eines Abstandshalters;

[0043] **Fig. 8** ist eine Längsschnittansicht eines Wälzlagers mit einem weggelassenen Teil entsprechend eines sechsten Beispiels;

[0044] **Fig. 9** ist eine vergrößerte Perspektivansicht eines anderen Wälzelementes;

[0045] **Fig. 10** ist eine Längsschnittansicht eines Wälzlagers mit einem weggelassenen Teil entsprechend eines siebenten Beispiels;

[0046] **Fig. 11** ist eine Längsschnittansicht eines Wälzlagers mit einem weggelassenen Teil entsprechend eines achten Beispiels;

[0047] **Fig. 12** ist eine Längsschnittansicht eines Wälzlagers mit einem weggelassenen Teil entsprechend eines neunten Beispiels;

[0048] **Fig. 13** ist eine Längsschnittansicht eines Wälzlagers mit einem weggelassenen Teil entsprechend eines zehnten Beispiels;

[0049] **Fig. 14** ist eine vergrößerte Perspektivansicht eines Abstandshalters;

[0050] **Fig. 15** ist eine Längsschnittansicht eines Wälzlagers mit einem weggelassenen Teil entsprechend eines elften Beispiels;

[0051] **Fig. 16** ist eine vergrößerte Perspektivansicht eines Käfigs;

[0052] **Fig. 17** ist ein Längsschnitt, der ein zwölftes Beispiel eines Lagers zeigt;

[0053] **Fig. 18** ist eine Perspektivansicht eines Wälzelementes;

[0054] **Fig. 19** ist eine Perspektivansicht, die ein anderes Wälzelement zeigt;

[0055] **Fig. 20** ist eine Perspektivansicht eines Käfigs; und

[0056] **Fig. 21** ist eine Perspektivansicht eines Abstandshalters.

[0057] **Fig. 22** ist eine teilweise weggelassene Längsschnittansicht, die eine erste Form eines Rollenlagers zeigt;

[0058] **Fig. 23** ist eine vergrößerte Perspektivansicht eines Wälzelementes;

[0059] **Fig. 24** ist eine vergrößerte Perspektivansicht, die ein anderes Beispiel eines Wälzelementes zeigt;

[0060] **Fig. 25** ist eine vergrößerte Perspektivansicht eines Käfigs;

[0061] **Fig. 26** ist eine vergrößerte Perspektivansicht, die ein Beispiel eines Abstandshalters zeigt;

[0062] **Fig. 27** ist eine Längsschnittansicht, die eine zweite Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0063] **Fig. 28** ist eine Längsschnittansicht, die eine dritte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0064] **Fig. 29** ist eine Längsschnittansicht, die eine vierte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0065] **Fig. 30** ist eine Längsschnittansicht, die eine fünfte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0066] **Fig. 31** ist eine Längsschnittansicht, die eine sechste Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0067] **Fig. 32** ist eine Längsschnittansicht, die eine siebente Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0068] **Fig. 33** ist eine Längsschnittansicht, die eine achte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0069] **Fig. 34** ist eine Längsschnittansicht, die eine neunte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0070] **Fig. 35** ist eine Längsschnittansicht, die eine zehnte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0071] **Fig. 36** ist eine Längsschnittansicht mit einem weggelassenen Teil, die eine erste Form eines Rollenlagers entsprechend eines vierzehnten Beispiels zeigt;

[0072] **Fig. 37** ist eine Längsschnittansicht, die eine zweite Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0073] **Fig. 38** ist eine Längsschnittansicht, die eine dritte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0074] **Fig. 39** ist eine Längsschnittansicht, die eine vierte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0075] **Fig. 40** ist eine Längsschnittansicht, die eine fünfte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0076] **Fig. 41** ist eine Längsschnittansicht, die eine sechste Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0077] **Fig. 42** ist eine Längsschnittansicht, die eine siebente Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0078] **Fig. 43** ist eine Längsschnittansicht, die eine achte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0079] **Fig. 44** ist eine Längsschnittansicht, die eine neunte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0080] **Fig. 45** ist eine Längsschnittansicht, die eine zehnte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0081] **Fig. 46** ist eine Längsschnittansicht, die eine elfte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche

desselben weggelassen sind;

[0082] **Fig. 47** ist eine Längsschnittansicht, die eine zwölfte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0083] **Fig. 48** ist eine Längsschnittansicht, die eine dreizehnte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0084] **Fig. 49** ist eine Längsschnittansicht, die eine vierzehnte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0085] **Fig. 50** ist eine Längsschnittansicht, die eine fünfzehnte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0086] **Fig. 51** ist eine Längsschnittansicht, die eine sechzehnte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0087] **Fig. 52** ist eine Längsschnittansicht, die eine siebzehnte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0088] **Fig. 53** ist eine Längsschnittansicht, die eine achtzehnte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0089] **Fig. 54** ist eine Längsschnittansicht, die eine neunzehnte Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0090] **Fig. 55** ist eine Längsschnittansicht, die eine zwanzigste Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0091] **Fig. 56** ist eine Längsschnittansicht, die eine einundzwanzigste Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0092] **Fig. 57** ist eine Längsschnittansicht mit einem weggelassenen Teil, die eine erste Form eines Rollenlagers entsprechend eines fünfzehnten Beispiels zeigt;

[0093] **Fig. 58** ist eine Längsschnittansicht, die eine zweite Form des Rollenlagers zeigt, wobei Bereiche desselben weggelassen sind;

[0094] **Fig. 59** ist eine Längsschnittansicht mit teilweise weggelassenem Teil, die ein fünfzehntes Beispiel eines Rollenlagers entsprechend der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0095] **Fig. 60** ist ein Kurvenbild, das Ergebnisse eines Vergleichstests zeigt, die sich auf ein Drehmoment beziehen; und

[0096] **Fig. 61** ist ein Kurvenbild, das Ergebnisse eines Vergleichstests zeigt, die sich auf eine Drehmomentfestigkeit beziehen.

[0097] **Fig. 62** ist eine Längsschnittansicht, um ein siebzehntes Beispiel zu zeigen;

[0098] **Fig. 63** ist eine vergrößerte Perspektivansicht, um eine Form eines Wälzelementes des siebzehnten Beispiels zu zeigen;

[0099] **Fig. 64** ist eine vergrößerte Perspektivansicht, um eine andere Form eines Wälzelementes des siebzehnten Beispiels zu zeigen;

[0100] **Fig. 65** ist eine Perspektivansicht, um ein Beispiel eines Käfigs des siebzehnten Beispiels zu zeigen;

[0101] **Fig. 66** ist eine Perspektivansicht, um einen

Abstandshalter des siebzehnten Beispiels zu zeigen;

[0102] **Fig. 67** ist eine Längsschnittansicht, um ein achtzehntes Beispiel zu zeigen;

[0103] **Fig. 68** ist eine Längsschnittansicht, um ein neunzehntes Beispiel zu zeigen;

[0104] **Fig. 69** ist eine Längsschnittansicht, um ein zwanzigstes Beispiel zu zeigen;

[0105] **Fig. 70** ist eine vergrößerte Perspektivansicht, um eine Modifikation eines Wälzelementes gemäß der Erfindung zu zeigen;

[0106] **Fig. 71A** ist eine Schnittansicht, die einen Bereich eines Wälzlagers in einem vergrößerten Maßstab zeigt, das eine Wälzlagervorrichtung bildet, und **Fig. 71B** ist eine Perspektivansicht eines Wälzelementes, das in das in **Fig. 71A** gezeigte Lager einzubauen ist;

[0107] **Fig. 72** ist eine Schnittansicht, die ein weiteres Beispiel des Wälzlagers zeigt;

[0108] **Fig. 73** ist eine Schnittansicht, die ein weiteres Beispiel des Wälzlagers zeigt;

[0109] **Fig. 74A** ist eine Schnittansicht, die ein anderes Beispiel des Wälzlagers zeigt, und **Fig. 74B** ist eine Perspektivansicht, die ein Wälzelement zeigt, das in das in **Fig. 74A** gezeigte Lager einzubauen ist;

[0110] **Fig. 75A** ist eine Schnittansicht, die eine erste Ausführungsform des Wälzlagers gemäß Erfindung zeigt, und **Fig. 75B** ist eine Perspektivansicht, die ein Wälzelement zeigt, das in das in **Fig. 75A** gezeigte Lager einzubauen ist;

[0111] **Fig. 76** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht, die eine Ausführungsform eines Käfigs zeigt, der in das Lager von **Fig. 75** einzubauen ist;

[0112] **Fig. 77A** ist eine teilweise geschnittene schematische Ansicht eines Aussparungsbereiches des Käfigs von **Fig. 76**, und **Fig. 77B** ist eine teilweise geschnittene Ansicht, die eine andere Ausführungsform zeigt;

[0113] **Fig. 78** ist eine teilweise vergrößerte Ansicht, die eine andere Ausführungsform des Käfigs zeigt;

[0114] **Fig. 79** ist eine Schnittansicht des Aussparungsbereichs des Käfigs von **Fig. 78**;

[0115] **Fig. 80** ist eine Perspektivansicht eines Abstandshalters für das in **Fig. 75B** gezeigte Wälzelement;

[0116] **Fig. 81** ist eine Schnittansicht, die eine Lagervorrichtung der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0117] **Fig. 82** ist eine Schnittansicht, die eine weitere Ausführungsform der Lagervorrichtung der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0118] **Fig. 83** ist eine Schnittansicht, um eine zweite Ausführungsform eines Wälzlagers der Erfindung mit einem weggelassenen Teil zu zeigen;

[0119] **Fig. 84** ist eine Perspektivansicht, um eine Ausführungsform eines Wälzelementes zu zeigen, das in das Wälzlager der Erfindung eingebaut ist;

[0120] **Fig. 85** ist eine Abwicklung, um eine Ausführungsform eines Käfigs zu zeigen, der in das Wälzlager der Erfindung eingebaut wird, mit einem weggelassenen Teil;

[0121] **Fig. 86** ist eine Schnittansicht, die auf der Linie IV-IV in **Fig. 85** verläuft;
 [0122] **Fig. 87** ist eine Schnittansicht, um eine modifizierte Ausführungsform von **Fig. 85** zu zeigen;
 [0123] **Fig. 88** ist eine Abwicklung, um eine andere Ausführungsform eines Käfigs mit einem weggelassenen Teil zu zeigen;
 [0124] **Fig. 89** ist eine Schnittansicht, die auf der Linie VII-VII in **Fig. 88** verläuft;
 [0125] **Fig. 90** ist eine Perspektivansicht, um eine Ausführungsform eines Abstandshalters zu zeigen;
 [0126] **Fig. 91** ist eine Schnittansicht, um eine dritte Ausführungsform der Erfindung mit einem weggelassenen Teil zu zeigen;
 [0127] **Fig. 92** ist eine Schnittansicht, um eine vierte Ausführungsform der Erfindung mit einem weggelassenen Teil zu zeigen;
 [0128] **Fig. 93** ist eine Schnittansicht, um eine fünfte Ausführungsform der Erfindung mit einem weggelassenen Teil zu zeigen;
 [0129] **Fig. 94** ist eine Längsschnittansicht eines herkömmlichen Kreuz-Rollenlagers; und
 [0130] **Fig. 95** ist eine Längsschnittansicht eines herkömmlichen Vierpunktkontakt-Kugellagers.
 [0131] **Fig. 96** ist eine Schnittansicht eines Standes der Technik;
 [0132] **Fig. 97** ist eine Schnittansicht eines anderen Standes der Technik;
 [0133] **Fig. 98** ist eine Schnittansicht eines anderen Standes der Technik; und
 [0134] **Fig. 99** ist eine Schnittansicht eines Vierpunktkontakt-Kugellagers, das in **Fig. 98** verwendet wird.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0135] Nachstehend wird nunmehr eine Beschreibung verschiedener Beispiele eines Wälzlagers und von Ausführungsformen entsprechend der Erfindung unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnung gegeben.
 [0136] Das Wälzlager umfasst einen Laufring (als einen Außenring) **1**, einen anderen Laufring (als einen Innenring) **2**, eine Laufbahnnut **3**, die durch den Innendurchmesser des Laufrings **1** und den Außendurchmesser des Laufrings **2** begrenzt ist und zwischen ihnen angeordnet ist, und eine Vielzahl von Wälzelementen **5**, **5** –, die jeweils in die Laufbahnnut **3** eingebaut sind.
 [0137] Die beiden Laufringe **1** und **2** sind solcherart aufgebaut, dass eine Laufbahnnut **3** eine gewünschte Form aufweist, die durch Laufbahnflächen **1a**, **1b** und **2a**, **2b** gebildet werden kann, die jeweils auf dem Innendurchmesser des einen Laufrings (Außenring) **1** und auf dem Außendurchmesser des anderen Rings (Innenring) **2** ausgebildet sind. Als Wälzlager kann ein Wälzlager eines Typs verwendet werden, bei dem ein oder beide Laufringe **1** und **2** in der Mitte desselben (derselben) in zwei Laufbahnabschnitte in

der Axialrichtung geteilt ist (sind), oder ein Wälzlager eines Typs verwenden, bei dem keiner der beiden Laufringe **1** und **2** geteilt ist.

[0138] Als Wälzlager des Zweiteilungstyps ist auch ein Wälzlager verfügbar, welches als ein integrierter Körper unter Verwendung einer Schraube oder eines Niets **4** montiert werden kann.

[0139] Die Laufbahnnut **3** ist durch die Laufbahnflächen **1a**, **1b** und **2a**, **2b** begrenzt, von denen jede einen Radius aufweist, der größer ist als der Radius jedes der Wälzelemente **5**.

[0140] Jede der Laufbahnflächen **1a**, **1b** und **2a**, **2b** in einer beliebige Form haben, wie z.B. eine Form, die einen bogenförmigen Abschnitt aufweist, eine V-artige Form aufweist, eine gekrümmte Form aufweist oder eine lineare Form aufweist, vorausgesetzt, dass diese für die Wälzbewegung des Wälzelementes **5** geeignet ist. Das heißt, die Form der Laufbahnfläche ist nicht auf eine spezifische Form begrenzt, wobei jedoch die Form eines gotischen Bogens verwendet werden kann.

[0141] Jedes der Wälzelemente **5** kann eine beliebige Form haben, vorausgesetzt, dass dessen Außendurchmesser **5a**, die als dessen Wälzkontaktfläche dient, mindestens eine Krümmung in der Axialrichtung des Wälzelementes **5** aufweist, deren Radius kleiner als der Radius der jeweiligen Laufbahnfläche **1a**, **1b** und **2a**, **2b** ist. Mit anderen Worten, wie in **Fig. 2** gezeigt ist, weist jedes der Wälzelemente **5** eine Wälzkontaktumfangsfläche **S** auf, die durch Rotieren einer gekrümmten Buslinie (bus line) **Y** um seine Rotationsachse **X** definiert ist. Die gekrümmte Buslinie **Y** weist mindestens eine vorbestimmte Krümmung auf, von denen jede kleiner ist als eine der Radien der Laufbahnflächen der jeweiligen Laufbahnflächen **1a**, **1b** und **2a**, **2b**.

[0142] In dieser Ausführungsform jedoch hat die gekrümmte Buslinie **Y** eine einzige vorbestimmte Krümmung, die kleiner ist, als eine der Radien der Laufbahnflächen der jeweiligen Laufbahnflächen **1a**, **1b** und **2a**, **2b**.

[0143] Die Wälzelemente **5** sind in einer solchen Weise angeordnet, dass die gegenseitig angrenzenden einen der Wälzelemente sich abwechselnd einander kreuzen, während die jeweiligen Außendurchmesser **5a** der Wälzelemente **5** immer an zwei Punkten mit den Laufbahnflächen **1a**, **1b** des einen Laufrings **1** und den Laufbahnflächen **2a**, **2b** des anderen Laufrings **2** in Kontakt ist.

[0144] Das Wälzelement **5** hat einen Aufbau, der aus einer an zwei Seiten mit einem Schnitt geformten Kugel (top-and-bottom-cut-shaped ball) besteht, die eine Reihe von einander gegenüberliegenden Flächen **5a** und **5b** aufweist (d.h. ein Aufbau, der erzielt wird, wenn die oberen und unteren Bereiche einer Kugel abgeschnitten sind um dadurch die einander gegenüberliegenden Flächen **5a** und **5b** zu bilden; dieser Ausdruck wird auch nachstehend verwendet). Die Wälzelemente **5**, **5** –, sind jeweils in die Laufbahnnut **3** in einer solchen Weise eingebaut, dass

ihre jeweiligen Rotationsachsen **5c** senkrecht zu ihren zugehörigen einander entgegengesetzten Flächen **5b** und **5b** einander kreuzen, und gleichzeitig sind die jeweiligen Außendurchmesser **5a** der Wälzelemente **5** immer an zwei Punkten mit den Laufbahnflächen **1a**, **1b** des einen Laufrings **1** und den Laufbahnflächen **2a**, **2b** des anderen Laufrings **2** in Kontakt.

[0145] Die Schnittbreiten der oberen und unteren Bereiche des Wälzelementes **5** sind nicht auf irgendwelche spezifischen Abmessungen begrenzt, und diese beiden Schnittbreiten können gleich zueinander sein oder nicht; und ein Verhältnis zwischen den beiden Schnittbreiten kann willkürlich ausgewählt werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen. Mit anderen Worten, die einander entgegengesetzten Flächen **5b** und **5b** des Wälzelementes **5** können symmetrisch oder asymmetrisch festgelegt sein, d.h., jede der symmetrischen und asymmetrischen Festlegungen fällt in den Schutzzumfang der Erfindung.

[0146] Übrigens sind die gesamte Form des Wälzelementes **5**, das Vorhandensein oder die Abwesenheit von einander gegenüberliegenden Flächen **5b**, **5b** und die Größe der Krümmung des Außendurchmessers **5a** in der Axialrichtung derselben nicht auf die oben beschriebenen begrenzt, sondern können willkürlich verändert werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen. Das heißt, z.B. kann das Wälzelement **5** statt der einander entgegengesetzten Flächen **5b**, **5b** zwei Flächen einschließen, die nicht parallel zueinander sind und können auch ihre eigene Rotationsachse **5c** haben, welche senkrecht zu diesen zwei nicht-parallelen Flächen ist.

[0147] Während die Wälzelemente **5**, **5**, – in einer solchen Weise eingebaut sind, dass die Rotationsachsen **5c**, **5c** der beiden gegenseitig benachbarten Wälzelemente **5**, **5** jeweils senkrecht zu ihren zugeordneten einander gegenüberliegenden Flächen **5b**, **5b** und **5b**, **5b** sich einander abwechselnd kreuzen, kann die Kreuzungsart auch mit rechten Winkeln derselben oder nicht mit rechten Winkeln vorgesehen sein.

[0148] Die Kreuzungsart der Wälzelemente **5** ist nicht auf eine spezifische Kreuzungsart begrenzt, vorausgesetzt, dass die einander kreuzenden Wälzelemente **5** in ihrer Gesamtanzahl auf beiden Seiten derselben gleich sind. Das heißt, die Wälzelemente **5** können einander eins zu eins kreuzen; oder sie können sich in der Weise von zwei, eins, eins, und zwei kreuzen, vorausgesetzt, dass die einander kreuzenden Wälzelemente in ihrer Gesamtanzahl auf beiden Seiten derselben gleich sind. Jede der Kreuzungsarten fällt in den Schutzzumfang der Erfindung.

[0149] Die Bewegungen der jeweiligen Wälzelemente **5**, **5** können durch einen Käfig **6**, **6'** oder einen Abstandshalter (ein Distanzstück) **8** geführt werden.

[0150] Die Form des Käfigs **6**, **6'** oder des Abstandshalters (Distanzstücks) **8** ist nicht auf eine spezifische Form begrenzt, vorausgesetzt, dass sie Halteberei-

che **7**, –, Aussparungen **13**, – oder Nuten **9**, **9** einschließt. Das heißt, die Form des Käfigs **6** oder Abstandshalters (Distanzstücks) **8** kann ausgewählt und willkürlich verändert werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

[0151] Zusätzlich ist das Führungssystem des Käfigs **6**, **6'** nicht auf ein spezifisches, wie oben beschrieben, begrenzt. Ein Innenring-Führungstyp, ein Außenring-Führungstyp oder ein Wälzelement-Führungstyp kann auch stattdessen verwendet werden. Ferner ist ein Aufbau des Käfigs **6**, **6'** nicht auf einen spezifischen, wie oben beschrieben wurde, begrenzt. Es kann nämlich nicht nur ein Einzeleinheitstyp, sondern auch ein geteilter Laufringkomponententyp verwendet werden.

[0152] Zum Beispiel im Fall des Käfigs **6** sind in Umfangsrichtung desselben abwechselnd zwei Haltebereiche **7**, **7** (oder die Aussparungen **13**, – des Käfigs **6'**) ausgebildet, in welche die gegenseitig angrenzenden Wälzelemente **5**, **5** in einer solchen Weise eingebaut werden können, wie oben beschrieben wurde, dass die Rotationsachsen **5c**, **5c** derselben senkrecht zu ihren zugeordneten einander entgegengesetzten Flächen **5b**, **5b** und **5b**, **5b** sich abwechselnd einander kreuzen.

[0153] Der Abstandshalter **8** hat einen Durchmesser, der kleiner ist als der Durchmesser jedes Wälzelementes **5**, und in deren einander gegenüberliegenden Flächen **10**, **10** sind zwei aussparungsförmige Bogennuten **9**, **9** in einer gegenseitig kreuzenden Weise ausgebildet, welche jeweils in der Lage sind, die gegenseitig angrenzenden Wälzelemente **5**, **5** in einer solchen Weise zu halten, dass, wie oben beschrieben wurde, die Rotationsachsen **5c**, **5c** derselben senkrecht zu ihren zugeordneten einander entgegengesetzten Flächen **5b**, **5b** und **5b**, **5b** einander kreuzen.

[0154] Die Krümmung der Bogennut **9** kann willkürlich festgelegt sein, d.h. sie kann im Wesentlichen gleich oder größer als die Krümmung des Außendurchmessers **5a** des Wälzelementes **5** festgelegt sein.

[0155] Die Art und Weise der Aufbringung einer Vorbelastung zwischen dem Wälzelement und der Laufbahnfläche ist nicht auf eine spezifische begrenzt. Das heißt, die Vorbelastung kann in der Lagerherstellungsstufe angewendet werden oder nicht, wobei beide dieser Anwendungsweisen in den Schutzzumfang der Erfindung fallen.

[0156] Als ein Material zur Herstellung der Laufringe **1**, **2** und der Wälzelemente **5** des Wälzagers wird üblicherweise ein Lagerstahl verwendet. Es ist jedoch auch ein anderes Material, wie z.B. rostfreier Stahl, Keramik oder dergleichen, welches zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit oder Wärmebeständigkeit geeignet ist, in Übereinstimmung mit der Umgebungsverwendung des Wälzagers auswählbar.

[0157] Zusätzlich ist ebenfalls als ein Käfig **6**, **6'**, der bei der vorliegenden Erfindung verwendet wird, ein maschinell bearbeiteter Käfig, ein gepresster Käfig,

ein Harzkäfig oder dergleichen in Übereinstimmung mit den Erfordernissen auswählbar. Entsprechenderweise wird ein Metallmaterial (z.B. Messing, Stahl oder dergleichen) oder ein Kunstharz (z.B. Polyamid **66** (Nylon **66**), Polyphenylsulfid (PPS) oder dergleichen), das dafür geeignet ist, ausgewählt verwendet. [0158] Als nächstes wird nachstehend eine Beschreibung konkreter Beispiele eines Wälzlagers unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen gegeben.

[ERSTES BEISPIEL]

[0159] **Fig. 1** zeigt ein erstes Beispiel eines Wälzlagers.

[0160] Jedes der Wälzelemente **5, 5**, wie in **Fig. 2A** gezeigt ist, besteht aus einer an Oberseite und Unterseite mit einem Schnitt geformten Kugel, die einen Satz einander entgegengesetzter Flächen **5b** und **5b** einschließt; und das Wälzelement **5** ist in einer Laufbahnnut **3** eingebaut, das zwischen einem Außenring **1**, der integriert mit dem Wälzlager ausgebildet ist, und zwei geteilten Innenringen **2, 2** ausgebildet ist.

[0161] Entsprechend dem vorliegenden Beispiel ist die Laufbahnnut **3** in einem gotischen Bogen ausgebildet, der durch die Laufbahnflächen **1a, 1b** und **2a, 2b** des jeweiligen Außen- und Innenrings begrenzt ist, die jeweils einen Radius haben, der größer ist als der Radius des Wälzelementes **5**; und die einander entgegengesetzten Flächen **5b** und **5b** des Wälzelements (an Oberseite und Unterseite mit einem Schnitt geformte Kugel) sind so ausgebildet, dass sie eine Symmetrie haben.

[0162] Die Rotationsachsen **5c, 5c** der Wälzelemente **5, 5**, die senkrecht zu ihren zugeordneten einander entgegengesetzten Flächen **5b, 5b** und **5b, 5b** festgelegt sind, sind so angeordnet, dass sie abwechselnd sich einander kreuzen, und die Bewegungen der Wälzelemente **5, 5** werden durch die Haltebereiche **7, 7** eines Käfigs **6** geführt.

[0163] Im Fall des Käfigs **6** können in der Umfangsrichtung desselben abwechselnd zwei Haltebereiche **7, 7** ausgebildet sein, in welche die gegenseitig angrenzenden Wälzelemente **5, 5** in einer solchen Weise eingebaut sein können, dass, wie oben beschrieben, die Rotationsachsen **5c, 5c** derselben senkrecht zu ihren zugeordneten einander entgegengesetzten Flächen **5b, 5b** und **5b, 5b** einander abwechselnd kreuzen.

[0164] Daher steht entsprechend dem ersten Beispiel der Außendurchmesser **5a** des Wälzelementes **5** an zwei Punkten (die Kontaktpunkte sind mit **11, 11** bezeichnet) mit der Laufbahnfläche **1a** des Außenrings **1** und der Laufbahnfläche **2b** des Innenrings **2** in Kontakt, welche zueinander entgegengesetzt angeordnet sind, während die gegenseitig angrenzenden Wälzelemente **5** jeweils (die Kontaktpunkte sind mit **12, 12** bezeichnet) mit der Laufbahnfläche **1b** des Außenrings **1** und der Laufbahnfläche **2a** des Innenrings **2** in Kontakt stehen.

[0165] Da die Kontaktwinkel der Wälzelemente **5, 5** sich einander abwechselnd kreuzen, ist das einzelne Lager in der Lage, eine Radiallast, Axiallasten in zwei Richtungen und ein Lastmoment aufzunehmen.

[0166] Da auch ein Wälzelement **5** nur an den zwei Punkten (**11, 11**) mit den Laufbahnflächen **1a, 2b** im Punktkontakt steht und das andere Wälzelement **5** nur an den zwei Punkten (**12, 12**) mit den Laufbahnflächen **1b, 2a** in Punktkontakt steht, kann eine solch große Spinbewegung, wie bei dem herkömmlichen Vierpunktkontakt-Lager, beseitigt werden.

[0167] Da weiterhin die Art und Weise des Kontakts zwischen den Wälzelementen **5, 5** und dem Außen- und Innenring **1, 2** die gleiche ist wie bei dem üblichen Kugellager, kann verglichen mit einem Kreuz-Rollenlager ein niedriger Wälzwidestand erzeugt werden, welches es möglich macht, ein niedriges Drehmoment zu realisieren.

[ZWEITES BEISPIEL]

[0168] Nun zeigt **Fig. 3** ein zweites Beispiel eines Wälzlagers. Bei diesem sind zwei geteilte Innenringe **2** und **2** zusammen durch eine Schraube oder ein Niet **4** befestigt, um dadurch das Erfordernis zur Einstellung einer Vorbelastung oder eines Zwischenraumes zwischen ihnen zu beseitigen.

[0169] Die übrigen Strukturen und Arbeitseffekte der vorliegenden Ausführungsform sind die gleichen, wie jene des ersten Beispiels.

[DRITTES BEISPIEL]

[0170] **Fig. 4** zeigt ein drittes Beispiel eines Wälzlagers. In dem vorliegenden Beispiel sind statt des einstückigen Außenrings **1** und der zwei geteilten Innenringe **2, 2**, die jeweils bei der ersten Ausführungsform verwendet werden, zwei geteilte Außenringe **1, 1** und ein einstückiger Innenring **2** verwendet.

[0171] Die anderen übrigen Strukturen und Arbeitseffekte sind die gleichen, wie jene des ersten Beispiels.

[VIERTES BEISPIEL]

[0172] **Fig. 5** zeigt ein viertes Beispiel eines Wälzlagers. Bei diesem sind die beiden geteilten Außenringe **1, 1**, die bei dem dritten Beispiel verwendet werden, zusammen durch eine Schraube oder einen Niet **4** miteinander befestigt, um dadurch das Erfordernis für die Einstellung einer Vorbelastung oder eines Zwischenraumes zwischen ihnen zu beseitigen.

[0173] Die anderen verbleibenden Strukturen und Arbeitseffekte sind die gleichen, wie jene des ersten Beispiels.

[FÜNFTES BEISPIEL]

[0174] **Fig. 6** zeigt ein fünftes Beispiel eines Wälzlagers. Bei diesem werden, wie in **Fig. 6** gezeigt, ein

einstückiger Außenring **1** und ein einstückiger Innenring **2** verwendet. In den Außenring **1** ist ein Wälzelement-Einsatzloch ausgebildet. Auch wird statt des Käfigs **6**, der beim ersten Beispiel verwendet wird, wie vergrößert in **Fig. 7** gezeigt ist, ein Abstandshalter **8** verwendet; d.h. dass die Wälzelemente **5, 5** durch den Abstandshalter **8** geführt werden.

[0175] Mit der Verwendung dieses Aufbaus kann das Wälzlager kompakter ausgeführt werden.

[0176] Die anderen verbleibenden Strukturen und Arbeitseffekte der sind die gleichen, wie jene des ersten Beispiels.

[0177] Der Abstandshalter **8** hat einen Durchmesser, der kleiner ist als der Durchmesser jedes Wälzelementes **5**, und in den beiden einander gegenüberliegenden Flächen **10** des Abstandshalters **8** sind aussparungsförmige Bogennuten **9, 9** ausgebildet, die jeweils dazu verwendet werden, die Wälzelemente **5, 5** in einer solchen Weise zu halten, dass, wie oben beschrieben wurde, die Rotationsachsen **5c, 5c** derselben senkrecht zu ihren zugeordneten einander entgegengesetzten Flächen **5b, 5b** und **5b, 5b** einander kreuzen.

[SECHSTES BEISPIEL]

[0178] **Fig. 8** zeigt ein sechstes Beispiel eines Wälzlagers. Dieses ist zur Verwendung bei einem Hochdrehzahl-Rotationsgehäuse geeignet.

[0179] Statt des Wälzelements **5**, das zwei symmetrische einander entgegengesetzte Flächen **5b, 5b** einschließt, wie beim ersten Beispiel verwendet wird, wird ein Wälzelement (ein an Oberseite und Unterseite mit einem Schnitt geformte Kugel) **5'** verwendet, das zwei asymmetrische einander entgegengesetzte Flächen **5b', 5b'**, wie in **Fig. 9** gezeigt ist, einschließt, und das Wälzelement **5'** ist in einer solchen Weise angeordnet, dass die größeren Enden **5d'** der beiden einander entgegengesetzten Flächen **5b', 5b'** der selben gegenüberliegend zu dem Innenring **2** des vorhandenen Wälzlagers angeordnet sind. Mit der Verwendung dieses Aufbaus kann die Drehung des Wälzelementes **5** weiter stabilisiert werden, was es möglich macht, weiter ein vermindertes Drehmoment zu realisieren.

[0180] Die anderen verbleibenden Strukturen und Arbeitseffekte sind die gleichen wie bisher.

[SIEBENTES BEISPIEL]

[0181] **Fig. 10** zeigt ein siebentes Beispiel eines Wälzlagers. Bei diesem sind die beiden geteilten Innenringe **2** und **2** miteinander durch eine Schraube oder einen Niet **4** befestigt, um dadurch das Erfordernis für eine Einstellung einer Vorbelastung oder eines Zwischenraumes zwischen ihnen zu beseitigen.

[0182] Die anderen verbleibenden Strukturen und Arbeitseffekte sind die gleichen, wie jene des sechsten Beispiels.

[ACHTES BEISPIEL]

[0183] **Fig. 11** zeigt ein achttes Beispiel eines Wälzlagers. Bei diesem werden statt des einstückigen Außenrings **1** und der beiden geteilten Innenringe **2, 2**, die bei dem ersten Beispiel verwendet werden, zwei geteilte Außenringe **1, 1** und ein einstückiger Innenring **2** verwendet.

[0184] Die anderen verbleibenden Strukturen und Arbeitseffekte der vorliegenden Ausführungsform sind die gleichen, wie jene des sechsten Beispiels.

[NEUNTES BEISPIEL]

[0185] **Fig. 12** zeigt ein neuntes Beispiel eines Wälzlagers. Bei diesem sind die beiden geteilten Außenringe **1, 1**, die bei dem achten Beispiel verwendet werden, miteinander durch eine Schraube oder einen Niet **4** befestigt, um dadurch das Erfordernis für eine Einstellung einer Vorbelastung oder eines Zwischenraumes zwischen ihnen zu beseitigen. Die anderen verbleibenden Strukturen und Arbeitseffekte sind die gleichen, wie jene des sechsten Beispiels.

[ZEHNTE BEISPIEL]

[0186] **Fig. 13** zeigt ein zehntes Beispiel eines Wälzlagers. Bei diesem werden, wie in **Fig. 13** gezeigt ist, ein einstückiger Außenring **1** und ein einstückiger Innenring **2** verwendet. In dem Außenring **1** ist ein Wälzelement-Einsatzloch ausgebildet. Auch wird statt des Käfigs **6**, der bei dem ersten Beispiel verwendet wird und wie vergrößert in **Fig. 14** gezeigt ist, ein Abstandshalter (Distanzstück) **8** verwendet; d.h. die Wälzelemente **5, 5** werden durch den Abstandshalter **8** geführt. Mit der Verwendung dieses Aufbaus kann das Wälzlager kompakter ausgeführt werden.

[0187] Die anderen verbleibenden Strukturen und Arbeitseffekte sind die gleichen, wie jene des sechsten Beispiels.

[ELFTES BEISPIEL]

[0188] Die **Fig. 15** bis **16** zeigen ein elftes Beispiel eines Wälzlagers. **Fig. 15** ist eine Längsschnittansicht mit einem weggelassenen Teil eines Wälzlagers entsprechend des elften Beispiels der Erfindung. **Fig. 16** ist eine vergrößerte Perspektivansicht eines Beispiels eines Käfigs. **Fig. 2B** ist eine vergrößerte Perspektivansicht eines Beispiels eines Wälzlagers.

[0189] Bei dem Wälzlager des elften Beispiels wird statt eines Käfigs **6**, der bei dem ersten Beispiel usw. verwendet wird, ein maschinell bearbeiteter Käfig **6'** (ein ringförmiger Käfig), wie in **Fig. 16** gezeigt ist, in einer solchen Weise verwendet, dass eine Halteposition jedes Wälzelementes **5** durch den maschinell bearbeiteten Käfig **6'** beibehalten wird.

[0190] Der Käfig **6'** hat eine Anzahl von Aussparungen **13, -**, in welche die gleiche Anzahl von Wälzelementen **5, 5** jeweils eingesetzt sind, während die Ro-

tationsachsen **5c**, **5c** von einem der gegenseitig angrenzenden Wälzelemente senkrecht zu ihren zugeordneten einander entgegengesetzten Flächen **5b**, **5b** und **5b**, **5b** einander kreuzen. Die Aussparungen **13**, – sind abwechselnd auf einem Umfangsbereich des Käfigs **6'** in einer versetzt angeordneten Weise in einem vorbestimmten Abstand in Umfangsrichtung desselben angeordnet.

[0191] Beide Seitenflächen **13a**, **13b** jeder Aussparung **13** in der Axialrichtung des Käfigs **6'** erstrecken sich parallel zueinander, wobei aber ihre Ausdehnungsrichtungen weder parallel mit noch senkrecht zu der Axialrichtung des Wälzlagers befindlich sind. Jede der Ausdehnungsrichtungen begrenzt einen vorbestimmten Winkel (geneigten Winkel) relativ zur Axialrichtung des Wälzlagers, während der vorbestimmte Winkel (geneigte Winkel) auf ein Niveau gesetzt ist, das im Wesentlichen gleich zu einem Kontaktwinkel des jeweiligen Wälzelements **5** ist.

[0192] Ein Abstand zwischen den Seitenflächen **13a**, **13b** ist geringfügig größer gemacht, als eine Breite des Wälzelements **5**.

[0193] Es ist anzumerken, dass die gesamte Form jeder Aussparung nicht auf eine spezifische Form, wie oben beschrieben wurde, begrenzt ist. Die Form der Aussparung kann modifiziert sein, während eine Konstruktion dahingehend beibehalten wird, dass die Aussparung **13** die parallel erstreckenden geneigten Seitenflächen **13a**, **13b** hat und auch ein Abstand zwischen den Seitenflächen **13a**, **13b** geringfügig größer festgelegt ist als die Breite des Wälzelements **5**.

[0194] Obwohl bei dem elften Beispiel die Wälzelemente **5**, – und die Aussparungen **13**, –, deren Gesamtanzahl die gleichen wie die der Wälzelemente ist, jeweils mit einem vorbestimmten Zwischenraum in Umfangsrichtung angeordnet sind und abwechseln auf dem Umfangsbereich des Käfigs **6** in einer versetzt angeordneten Weise angeordnet sind, ist eine Konfiguration des Käfigs nicht auf eine solche spezifische Konfiguration begrenzt. Wenn die Gesamtzahl der Aussparungen die gleiche ist, wie die der Wälzelemente, ist es möglich, die Konfiguration in einer solchen Weise zu modifizieren, dass die Rotationsachsen **5c**, **5c** der gegenseitig angrenzenden einen der Wälzelemente **5** sich zwei zu zwei einander kreuzen, oder sie können sich in der Weise von zwei, eins, eins und zwei kreuzen.

[0195] Zusätzlich ist ein Material des Käfigs **6'** nicht auf ein spezifisches Material begrenzt. Zum Beispiel kann ein Metallmaterial (z.B. Messing, Stahl oder dergleichen) oder ein Kunstharz (z.B. Polyamid **66** (Nylon **66**), Polyphenylsulfid (PPS) oder dergleichen) ausgewählt verwendet werden. Ferner ist ein Führungssystem des Käfigs **6'** nicht auf ein spezifisches Führungssystem begrenzt. Ein Innenring-Führungstyp, ein Außenring-Führungstyp oder ein Wälzelement-Führungstyp kann verwendet werden. Ferner ist ein Aufbau des Käfigs **6**, **6'** nicht auf einen spezifischen Aufbau begrenzt. Nicht nur ein Einzelein-

heitstyp, sondern auch ein geteilter Laufbahnkomponententyp kann ausgewählt verwendet werden.

[0196] Es besteht die Möglichkeit, dass ein sich Drehen oder ein Schräglauf des Wälzelementes während der Drehung des Wälzelements auftritt wegen des Einflusses, basierend auf verschiedener Arten von Faktoren. Entsprechenderweise besteht in dem Fall, wo die Wälzstellung des Wälzelementes nicht gut gesteuert werden kann, die Möglichkeit, dass ein Rotationswiderstand des Wälzlagers erhöht wird und wiederum sich eine gleichförmige Drehung des Wälzelementes verschlechtert.

[0197] Hier hat jedoch jede Aussparung **13** des Käfigs **6'** parallel sich erstreckende geneigte Seitenflächen **13a**, **13b**, welche relativ zur Axialrichtung des Wälzlagers mit einem vorbestimmten Winkel geneigt sind, welcher im Wesentlichen gleich dem Niveau des Kontaktwinkels des Wälzelements **5** ist. Die Seitenflächen **13a**, **13b** können die Änderung der Stellung des Wälzelementes **5** unterdrücken, welche durch das sich Drehen oder den Schräglauf des Wälzelements **5** bewirkt wird, so dass eine Stellung des Wälzelementes stabil beibehalten werden kann, um dadurch ein vermindertes Drehmoment des Wälzlagers zu realisieren.

[0198] Die anderen verbleibenden Strukturen und Arbeitseffekte sind die gleichen, wie jene des ersten bis vierten und jene des sechsten bis neunten Beispiels.

[0199] Obwohl nämlich bei den obigen Beispielen sowohl der Außenring **1** als auch der Innenring **2** aus einem Einzeleinheitstyp hergestellt sind, ist ein Aufbau jedes Laufrings nicht auf einen solchen spezifischen Aufbau begrenzt. Es ist möglich, ihn in einer solchen Weise zu modifizieren, dass einer oder beide vom Innen- und Außenring aus einem geteilten Laufbahnkomponententyp hergestellt ist, bei dem der Laufring in zwei Komponenten in einer Mittelposition in der Breitenrichtung unterteilt ist, oder bei der einer oder beide vom Innen- und Außenlaufring aus dem geteilten Laufbahnkomponententyp hergestellt ist. Es ist anzumerken, dass als ein Beispiel des geteilten Laufbahnkomponententyps es einen montierten Typ gibt, der durch Koppeln der durch geteilten Laufbahnkomponententypen durch eine Schraube/einen Niet **4** in eine montierte Einzeleinheit hergestellt ist.

[0200] Zusätzlich, obwohl, wie in **Fig. 2B** die Wälzelemente **5**, die bei dem elften Beispiel verwendet werden, die gleichen sind, wie jene des ersten Beispiels, ist es stattdessen möglich, die Wälzelemente **5** durch die Wälzelemente **5'** zu ersetzen, die bei dem sechsten bis neunten Beispiel verwendet werden. Das heißt, es wird ein Wälzelement (eine an Oberseite und Unterseite mit einem Schnitt geformte Kugel) **5'** verwendet, die zwei asymmetrische, einander entgegengesetzte Flächen **5b'**, **5b'** einschließt, wie in **Fig. 9** gezeigt ist, und das Wälzelement **5'** ist in einer solchen Weise angeordnet, dass die größeren Enden **5d'** der zwei einander entgegengesetzten Flächen **5b'**, **5b'** derselben gegenüberliegend zur Innenfläche

2 des vorhandenen Wälzlagers angeordnet sind. Mit der Verwendung dieses Aufbaus kann die Rotation des Wälzelementes **5'** weiter stabilisiert werden, was es ermöglicht, ein weiter vermindertes Drehmoment zu realisieren. Da diese den oben erläuterten Aufbau hat, ist es möglich, dass ein einzelnes Lager eine Radiallast, Axiallasten in zwei Richtungen und ein Lastmoment aufnimmt.

[0201] Auch können zusätzlich zu dem obigen Effekt die folgenden Effekte außerdem erzielt werden: Das heißt, da die Wälzelemente immer an zwei Punkten mit der Laufbahnfläche des Laufrings in Kontakt befindlich sind, ist es möglich, eine Erhöhung hinsichtlich des Drehmoments zu steuern, welches durch den großen Spinschlupf der Kugel bei dem herkömmlichen Vierpunktkontakt-Lager bewirkt wird.

[0202] Da auch das Wälzelement in einer solchen Weise ausgebildet ist, dass deren Außendurchmesser als dessen Wälzkontaktfläche dient, eine Krümmung in der Axialrichtung in derselben hat, kann verglichen mit einem Kreuz-Rollenlager der Wälzstand des Wälzelementes vermindert werden, was es möglich macht, ein niedriges Drehmoment zu realisieren.

[ZWÖLFTES BEISPIEL]

[0203] Ein zwölftes Beispiel wird unter Bezugnahme auf **Fig. 17** beschrieben.

[0204] In den Zeichnungen bezeichnet die Bezugszahl **1** einen Außenring; Bezugszahl **2** einen Innenring; Bezugszahl **23** eine Riemenscheibe; Bezugszahl **5** ein Wälzelement; Bezugszahl **16** einen Käfig und Bezugszahl **20** eine Dichtungsplatte.

[0205] Ein Wälzlager kann bei einer Kompressorriemenscheibe verwendet werden. Zum Beispiel kann das Wälzlager nicht nur für die Riemenscheibe eines Kompressors verwendet werden, der eine elektromagnetische Schaltkupplung verwendet, sondern auch für eine Drosselklappenriemenscheibe eines Kompressors, der keine elektromagnetische Schaltkupplung verwendet, siehe auch die erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiele.

[0206] Der Außenring **1** hat zwei rechte und linke getrennte Laufringe.

[0207] Die beiden rechten und linken Laufbahnflächen **1a** und **1b** sind an ihrem Mittelpunkt der Axialkrümmung unterschiedlich.

[0208] Der Krümmungsradius der Laufbahnflächen **1a** und **1b** ist größer festgelegt als der des Wälzelementes **5** und auf einen Wert von 50,3 bis 54 % des Durchmessers des Wälzelementes bei der vorliegenden Erfindung festgelegt.

[0209] Der Innenring **2** hat Laufbahnflächen **2a** und **2b**, die in dem geformten Abschnitt eines gotischen Bogens ausgebildet sind, und der Radius der Krümmung der beiden Nutenden ist größer als jener der Nutmitte.

[0210] Die einzelnen Laufbahnflächen sind an Bereichen vorgesehen, die geringfügig versetzt von der

Nutmitte sind.

[0211] Der Krümmungsradius der Laufbahnflächen **2a** und **2b** ist, wie bei dem Außenring **1** größer festgelegt als jener des Wälzelementes **5** und ist auf einen Wert von 50,3 bis 54 des Durchmessers des Wälzelements bei der vorliegenden Erfindung festgelegt.

[0212] Hierbei ist dem Innenring der gezeigten Ausführungsform ein Aufbau gegeben, bei welchem die Laufbahnflächen einer Nichtbogenform gleichzeitig geschliffen sind. Wo diese Schleifarbeit schwierig ist wegen des Problems der Ausrüstungen, kann jedoch eine Schleifabstandsnut in der Nutmitte ausgebildet sein, um zwei Bogennuten zu bilden, deren einzelne Krümmungsmittelpunkte an unterschiedlichen Stellen sind.

[0213] Darüber hinaus sollte der Aufbau der Dichtungsnuten **1c** und **2c** des Außenrings **1** und des Innenrings **2** nicht speziell begrenzt sein, sondern kann geeigneterweise innerhalb des Schutzzumfanges der vorliegenden Erfindung modifiziert werden.

[0214] Das Wälzelement kann nicht in dem Laufring der einstückigen Struktur eingebaut werden, so dass zumindest einem Laufring eine geteilte Struktur gegeben wird.

[0215] Hier ist dem Außenring **1** mit einer Presspassung die geteilte Struktur gegeben, so dass er eine Vorbelastung auf einfache Weise beibehalten kann. Es kann auch eine Struktur beinhalten, bei der der Innenring **2** geteilt ist oder bei welchem sowohl der Innenring **2** als auch der Außenring **1** geteilt sind.

[0216] Darüber hinaus ist der Außenring **1** mit einem Übermaß auf den Durchmesserfläche der Kompressorriemenscheibe **23** pressgepasst, und ist durch Aufbringen eines Drucks, bis die geteilte Fläche **1c** in Kontakt kommt, eingebaut. Die Größe der einzelnen Bereiche sind so gehandhabt, dass eine geeignete Vorbelastung angewendet werden kann, wenn der Druck aufgebracht wird, bis die geteilte Fläche **1c** in Kontakt kommt.

[0217] Nachdem der Außenring **1** auf der Riemenscheibe **23** mittels Pressung befestigt ist, wird diese Riemenscheibe **23** zusätzlich an seiner Endfläche befestigt, so dass der Außenring **1** sich nicht axial bewegen kann, um die Vorbelastung zu ändern.

[0218] Die Kompressorriemenscheibe **23** sollte nicht speziell begrenzend sein, sondern kann willkürlich aufgebaut/modifiziert sein. Eine Stahlbuchse ist mit dem Innendurchmesser der Riemenscheibe verschweißt, welche z.B. aus einem Stahlblech gewalzt wurde.

[0219] Bei dem Wälzelement **5** hat ein Außendurchmesser **5a** für eine Wälzkontaktfläche eine beliebige Form, in dem sie eine Krümmung in der Axialrichtung hat, und auch einen kleineren Radius hat als die einzelnen Radien der Laufbahnflächen **1a** und **1b**, und **2a** und **2b**. Die beiden Wälzelemente, die in der Umfangsrichtung angrenzen, sind so eingebaut, dass sie abwechselnd unterschiedlich gerichtet sind, um Kontaktwinkeln mit umgekehrten Werten zu haben.

Gleichzeitig führt der Außendurchmesser **5a** jedes Wälzelementes **5** immer zwei Punktkontakte aus, entweder mit der Laufbahnfläche **1a** des einen Laufrings **1** und der Laufbahnfläche **2b** des anderen Laufrings **2** oder mit der Laufbahnfläche **1b** des einen Laufrings **1** und der Laufbahnfläche **2a** des anderen Laufrings **2**.

[0220] Die Anzahl der Wälzelemente ist für den Zweipunktkontakt geradzahlig gemacht.

[0221] Zum Beispiel ist das Wälzelement **5** eine an zwei Enden abgeschnittene Kugel, die einen Satz einander entgegengesetzter Flächen **5b** und **5b** aufweist (d.h. eine Struktur, die einander entgegengesetzte Flächen **5b** und **5b** durch Abschneiden der beiden Enden einer Kugel in ebenflächiger Weise, wie im Folgenden erläutert, aufweist) (**Fig. 18**). Die einzelnen Wälzelemente **5**, **5**, –, usw. sind so eingebaut, dass die Rotationsachsen **5c** senkrecht zu den einander entgegengesetzten Flächen **5b** und **5b** einander kreuzen, und der Außendurchmesser **5a** jedes Wälzelements **5** führt Zweipunktkontakte entweder mit der Laufbahnfläche **1a** des einen Laufrings **1** und der Laufbahnfläche **2b** des anderen Laufrings **2** oder mit der Laufbahnfläche **2b** des einen Laufrings **1** und der Laufbahnfläche **2a** des anderen Laufrings **2** aus.

[0222] Das Wälzelement **5** sollte nicht in den Schnittbreiten an seinen beiden Enden begrenzt werden, und die Schnittbreiten der beiden Enden können gleich oder können nicht gleich sein, so dass deren Verhältnis, das willkürlich ausgewählt wurde, innerhalb des Schutzzumfangs der vorliegenden Erfindung liegt. Mit anderen Worten, die einander entgegengesetzten Flächen **5b** und **5b** des Wälzelements **5** können symmetrisch oder asymmetrisch festgelegt sein und entweder diese symmetrische Festlegung oder asymmetrische Festlegung fällt in den Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung.

[0223] Hierbei muss die gesamte Form des Wälzelements **5**, das Vorhandensein oder die Abwesenheit der einander entgegengesetzten Flächen **5b** und **5b** und die Größe der Krümmung des Außendurchmessers **5a** in der Axialrichtung nicht auf die zuvor erläuterten spezifischen Größen begrenzt werden.

[0224] Das heißt, das Wälzelement **5** kann anstatt der einander entgegengesetzten Flächen **5b** und **5b** zwei Flächen einschließen, die nicht parallel zu einander sind, und können z.B. auch ihre eigene Rotationsachse **5c** haben, die senkrecht zu den beiden Flächen ist.

[0225] Ein Wälzelement **5'** (oder eine an zwei Enden abgeschnittene Kugel), das asymmetrische einander entgegengesetzte Flächen **5b'** und **5d'** aufweist, wird verwendet, und die einander entgegengesetzten Flächen **5b'** und **5d'** sind solcherart angeordnet, dass die größere Stirnseite **5d'** dem Innenring **2** des Lagers gegenübersteht. Dann kann die Rotation des Wälzelementes **5'** besser stabilisiert werden, um ein niedrigeres Drehmoment zu realisieren.

[0226] Darüber hinaus sind die Wälzelemente **5**, **5**, –, usw. solcherart eingebaut, dass die Rotationsachsen

5c und **5c** senkrecht zu den einzelnen einander entgegengesetzten Flächen **5b** und **5b**, **5b** und **5b** der benachbarten Wälzelemente **5** und **5** sich einander abwechselnd kreuzen können. Darüber hinaus können die Kreuzungsarten mit rechten Winkeln oder nicht mit rechten Winkeln ausgeführt sein.

[0227] Die Bewegungen der einzelnen Wälzelemente **5** und **5** werden durch den Käfig **16** geführt.

[0228] Der Käfig **16**, wie durch die vorliegende Ausführungsform veranschaulicht wird, ist ein in **Fig. 20** gezeigter ringförmiger Käfig, um die Position der einzelnen Wälzelemente **5** zu halten.

[0229] Der Käfig **16** ist aus einem Harzmaterial, wie z.B. Nylon **66**, Nylon **46** oder Polyphenylsulfid gegossen.

[0230] Der Käfig **16** wird durch Wälzelemente gehalten, könnte aber durch den Innenring oder den Außenring geführt werden.

[0231] Um die Position eines Wälzelementes in der Drehung zu steuern, ist jede einer Vielzahl von Aussparungen **16b**, wie sie in der Umfangsrichtung eines ringförmigen Elements **16a** des Käfigs **16** ausgebildet sind, mit zwei parallelen Seitenflächen **16c** und **16d** auf dem gleichen Niveau wie der Kontaktwinkel des Wälzelements **5** vorgesehen. Daher kann die Position des Wälzelements **5** beibehalten werden, um ein niedriges Drehmoment des Lagers zu realisieren.

[0232] Es ist auch möglich, einen maschinell bearbeiteten Käfig zu verwenden, der durch Spanen aus Messing oder Stahlmaterial hergestellt wird.

[0233] Der Abstand zwischen den beiden Seitenflächen **16d** und **16d** jeder Aussparung **16b** ist geringfügig größer ausgeführt, als die Breite des Wälzelements **5**.

[0234] Die Form der Aussparung **16b** sollte nicht beschränkend in seiner gesamten Form interpretiert werden, sondern kann modifiziert werden, wenn sie so geformt ist, dass sie zwei geneigte Seitenflächen **16c** und **16d** und einen ziemlich großen Abstand zwischen den beiden Seitenflächen **16c** und **16d** als die Breite des Wälzelements **5** aufweist.

[0235] Darüber hinaus sollte der Aufbau des Käfigs **16** weder besonders begrenzt sein, sondern kann vom monolithischen Typ sein oder aus verschiedenen Bereichen bestehen.

[0236] Der Käfig **16** soll nicht besonders begrenzt sein, wenn er so geformt ist, dass er einen Bereich zum Zurückhalten und Führen des Wälzelementes **5** hat, sondern kann beliebig ausgewählt sein.

[0237] Das Lager hat einen Abstandshalter (oder Distanzstück) **8** aussparungsförmige Bogennuten **9** und **9**, wie in **Fig. 21** gezeigt ist.

[0238] Der Abstandshalter **8** hat einen kleineren Durchmesser als den des Wälzelements **5**. In einander entgegengesetzten Flächen **10** und **10** sind in einer Kreuzform die aussparungsförmigen Bogennuten **9** und **9** zum Halten der einzelnen benachbarten Wälzelemente **5** und **5** solcherart ausgebildet, dass die Rotationsachsen **5c** und **5c** senkrecht zu den einander entgegengesetzten Flächen **5b** und **5b**, und **5b**

und **5b** sich einander kreuzen können, wie zuvor beschrieben wurde.

[0239] Die Krümmung dieser Bogennuten **9** ist beliebig und kann im Wesentlichen gleich oder größer als die des Außendurchmessers **5a** des Wälzelements **5** sein.

[0240] Wenn der Abstandshalter **8** auf diese Weise verwendet wird, kann das Lager als Ganzes kompakt ausgeführt werden.

[0241] Die Dichtungsplatte **20** ist eine Plattendichtung, die einen Kern aufweist, der mit Gummi oder einem Harz beschichtet ist. Der Befestigungsbereich (oder Außendurchmesser) der Dichtungsplatte **20** ist mit der Nut **1c** befestigt, die in dem Außenring ausgebildet ist, und die Dichtungslippe (oder der Innendurchmesser) ist in Gleitkontakt mit der zylindrischen Fläche **2c** des Innenrings, so dass die Dichtungsplatte **20** nicht in seinem Dichtungsverhalten durch die Bearbeitungsungenauigkeiten der Größe der einzelnen Bereiche in Axialrichtung beeinflusst wird.

[0242] Hier ist die Kontaktypdichtung übernommen, wobei diese aber durch eine Nichtkontaktypdichtung oder eine kontaktlose Abschirmung ersetzt werden kann. Diese Dichtung sollte nicht besonders begrenzt werden, sondern kann auf geeignete Weise aus den gut bekannten Formen ausgewählt werden.

[0243] Darüber hinaus ist das Vorhandensein oder die Abwesenheit des Kerns frei, und der Typ mit oder ohne den Kern kann getrennt verwendet werden, wenn notwendig.

[0244] Mit dem soweit beschriebenen Aufbau stellt entsprechend der vorliegenden Erfindung das Wälzelement einen Kontakt an nur einem Punkt mit jedem Laufring her, so dass es kaum rutschen kann durch Spinbewegungen, um den Verschleißverschleiß bei der Spinbewegung zu mindern.

[0245] Darüber hinaus sind die Wälzelemente abwechselnd angeordnet, um sich auf dem Umfang so zu kreuzen, dass die beiden in Umfangsrichtung sich benachbart wälzenden einen der Wälzelemente, die mit einer der beiden Laufbahnflächen in Kontakt stehen, die auf jedem Laufring ausgebildet sind, mit der anderen Laufbahnfläche in Kontakt stehen können. Daher hat das Lager eine hohe Momentsteifigkeit.

[0246] Daher ist es möglich, ein Lager vorzusehen, welches kompakt ist und welches hinsichtlich der Momentsteifigkeit und des Spinverschleißbehaltens dem Dreipunktkontakt-Lager überlegen ist, obwohl die Größen gleich zu jenen des Dreipunktkontakt-Lagers sind. Als ein Ergebnis kann die gesamte Vorrichtung kompakt und leicht hergestellt werden und kann hinsichtlich der Lebensdauer und niedriger Kosten verbessert werden.

[DREIZEHNTES BEISPIEL]

[0247] Wie in den **Fig. 22 bis 35** gezeigt ist, umfasst ein Rollenlager einen Ring (Außenring) **1**; einen anderen Ring (Innenring) **2**; eine Vielzahl von Wälzelementen **5, 5,...** die in eine Laufbahnnut **3** eingebaut

sind, wobei die Nut zwischen dem Innendurchmesser des Außenrings **1** und dem Außendurchmesser des Innenrings **2** begrenzt wird; und Dichtungsplatten **20**, die zwischen den Außen- und Innenring **1** und **2** zwischengesetzt sind.

[0248] Die Laufbahnnut **3** ist in eine gewünschte Form mittels Laufbahnnuten **1a** und **1b** geformt, die entlang des Innendurchmessers des Laufrings (Außenring) **1** und mittels Laufflächen **2a** und **2b** geformt, die entlang des Außendurchmessers des Laufrings (Innenring) **2** geformt sind. Ein Rollenlager (rollen bearing), das die Laufringe **1** und **2** des nicht getrennten Typs einschließt oder ein Rollenlager einschließt, das die Laufringe **1** und **2** einschließt, wo entweder einer oder beide axial in zwei Teile entlang der Breitenmitte derselben getrennt sind, wird verwendet.

[0249] Einige Kugellager des Doppeltrenntyps werden in ein Teil unter Verwendung von Schrauben oder Nieten montiert. Wenn ein Kugellager des Doppeltrenntyps unter Verwendung von Schrauben oder Nieten befestigt wird, erübrigt sich die Notwendigkeit für eine Vorbelastung oder Abstandseinstellungen.

[0250] Die Laufbahnnut **3** ist durch die Laufbahnflächen **1a, 1b, 2a** und **2b** begrenzt, die jede größer im Radius ist, als das Wälzelement **5**.

[0251] Jede der Laufbahnflächen **1a, 1b, 2a** und **2b** können irgendeine Form annehmen, wie z.B. ein Querschnittsprofil eines Bagens, eines Buchstaben V, einer Kurve oder einer geraden Linie, solange die Laufbahnfläche eine Geometrie einnimmt, die für einen Wälzvorgang der Wälzelemente **5** geeignet ist. Kurz gesagt, ist die Laufbahnfläche nicht auf eine besondere Form begrenzt. Zum Beispiel ist das Querschnittsprofil eines gotischen Bogens auf eine Fläche übertragen.

[0252] Das Wälzelement **5** kann eine beliebige Form einnehmen, welches eine axiale Krümmung auf einen Außendurchmesser **5a** verleiht, die als eine Wälzkontaktfläche dient und kleiner im Radius ist als jede der Laufbahnflächen **1a, 1b, 2a** und **2b**. Die Wälzelemente **5** sind in einer solchen Weise angeordnet, dass die abwechselnden Wälzelemente **5** sich mit Winkeln einander kreuzen. Zwei Kontaktpunkte existieren zwischen dem Außendurchmesser **5a** jedes Wälzelements **5** und der Laufbahnnut **3** zu jedem Zeitpunkt, nämlich der Außendurchmesser **5a** verbleibt in Kontakt mit den Laufbahnflächen **1a** und **2b** oder der Außendurchmesser **5a** verbleibt in Kontakt mit den Laufbahnflächen **1b** und **2a**.

[0253] Zum Beispiel nimmt das Wälzelement **5** die Form einer Kugel an, die an Oberseite und Unterseite abgeflacht (truncated) sind, wobei die so abgeflachten Flächen entgegengesetzte Flächen **5b, 5b** bilden (mehr im Einzelnen einen Aufbau, der durch Abflachen der Oberseite und Unterseite einer Kugel gebildet wird, um dadurch die entgegengesetzten Flächen **5a** und **5b** zu formen, und in der Beschreibung, die folgt, wurde das Gleiche auch auf irgendwelche Gegenstücke angewendet). Die Wälzelemente **5, 5,...**

sind in die Laufbahnnut **3** solcherart eingebaut, dass eine Rotationsmittelachse **5c**, die senkrecht zu den entgegengesetzten Flächen **5b**, **5b** eines sich drehenden Elements **5** ist, die des anderen benachbarten sich drehenden Elementes **5** kreuzt. Zwei Kontaktpunkte existieren immer zwischen dem Außendurchmesser **5a** jedes Wälzelements **5** und den Laufbahnflächen, nämlich der Außendurchmesser **5a** verbleibt in Kontakt mit den Laufbahnflächen **1a** und **2b** oder der Außendurchmesser **5a** verbleibt in Kontakt mit den Laufbahnflächen **1b** und **2a**.

[0254] Keine spezifischen Abmessungsbegrenzungen sind den Schnittbreiten an der Oberseite und Unterseite des Wälzelementes **5** auferlegt. Die Schnittbreiten können gleich sein oder voneinander unterschiedlich sein. Ein Verhältnis zwischen den Schnittbreiten kann beliebig ausgewählt. Die entgegengesetzten Flächen **5b**, **5b** des Wälzelements **5** können symmetrisch oder asymmetrisch sein.

[0255] Die gesamte Geometrie eines Wälzelements **5**, das Vorhandensein oder die Abwesenheit der entgegengesetzten Flächen **5b**, **5b** und die Größe der Axialkrümmung des Außendurchmessers **5a** sind nicht auf spezifisch angegebene Geometrien begrenzt.

[0256] Zum Beispiel kann ein Wälzelement **5** nicht-parallele Flächen statt der einander entgegengesetzten Flächen **5b**, **5b** haben, sowie eine Rotationsachse **5c** senkrecht zu den Flächen haben.

[0257] Nach Fig. 24 werden Wälzelemente **5'**, die asymmetrisch und einander entgegengesetzte Flächen **5b'**, **5d'** haben (die Elemente, die aus Kugeln bestehen, die an Oberseite und Unterseite abgeflacht sind), verwendet. Die Wälzelemente **5'** sind solcherart angeordnet, dass eine größere Fläche **5d'** der einander entgegengesetzten Flächen **5b'**, **5d'** zum Innenring **2** des Lagers weisen. Als ein Ergebnis wird die Rotation des Wälzelementes **5'** stabiler, und ein niedriges Drehelement kann erzielt werden. Das Kugellager, das in Verbindung mit dem ersten Aspekt der Erfindung beschrieben wurde, wird in erster Linie für Hochdrehzahlanwendungen verwendet.

[0258] Die Wälzelemente **5**, **5**,... sind solcherart eingebaut, dass die Rotationsmittelachse **5c** senkrecht zu den einander entgegengesetzten Flächen **5b**, **5b** des einen Wälzelements **5** die des anderen benachbarten Wälzelements **5** mit einem rechten Winkel oder einem beliebigen Winkel kreuzt.

[0259] Sofern die Wälzelemente **5**, die in einer Richtung ausgerichtet sind, in der Anzahl gleich sind, wie jene, die in der anderen Richtung ausgerichtet sind, kann ein Kreuzen bei jeder beliebigen Anzahl von Wälzelementen entstehen. Mit anderen Worten können die Wälzelemente **5** abwechselnd kreuzen. Außerdem, sofern die Wälzelemente **5**, die in einer Richtung ausgerichtet sind, in der Anzahl mit jenen gleich sind, die in der anderen Richtung ausgerichtet sind, können sich die Wälzelemente **5** mit den anderen jeweils zwei Elementen oder in einem Muster von zwei Elementen in einer ersten Ausrichtung, einem

Element in einer zweiten Ausrichtung, einem Element in der ersten Ausrichtung und zwei Elemente in der zweiten Ausrichtung kreuzen.

[0260] Die Bewegungen der jeweiligen Wälzelemente **5**, **5**,... werden durch einen Käfig **6** geführt. Der Käfig **6**, der in Verbindung mit dem ersten Aspekt beschrieben wurde, ist ein ringförmiger Käfig, wie jener, der in Fig. 25 gezeigt ist. Der ringförmige Käfig **6** hält die jeweiligen Wälzelemente **5** in Position.

[0261] Aussparungen **6b** sind in den Umfang eines ringförmigen Käfigelementes **6a** des Käfigs **6** mit gleichförmigen Zwischenräumen und in einer versetzt angeordneten Anordnung ausgebildet, um in der Anzahl identisch mit den Wälzelementen **6** zu sein. Die Wälzelemente **5** können in die Aussparungen **6b** solcherart eingepasst sein, dass die Rotationsmittelachse **5c** senkrecht zu einem Paar entgegengesetzten Flächen **5b**, **5b** des einen Wälzelementes die eines anderen benachbarten Wälzelementes **5** kreuzt.

[0262] Seitenflächen **6c**, **6d** jeder Aussparung **6b** sind parallel zueinander und sind bezüglich zu der Rotationsachse des Lagers mit einem bestimmten Winkel verjüngt, d.h., einem Winkel, der im Wesentlichen identisch zu einem Kontaktwinkel des Wälzelements **5** ist.

[0263] Der axiale Abstand zwischen den Seitenflächen **6c** und **6d** jeder Aussparung **6** ist so festgelegt, dass er geringfügig breiter ist als die Breite des Wälzelementes **5**.

[0264] Die gesamte Geometrie der Aussparung **6** ist nicht begrenzend auf eine spezifische Geometrie auszulegen, sofern die Aussparung **6b** parallel verjüngte Flächen **6c** und **6d** hat und ist solcherart konfiguriert, dass der Abstand zwischen den Seitenflächen **6c** und **6d** geringfügig größer als die Breite des Wälzelements **5** ist. Die Geometrie der Aussparung **6** ist zugelassen auf Modifikationen, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

[0265] Bei dem ersten Aspekt sind die Aussparungen **6b**, die identisch in der Anzahl mit den Wälzelementen **5** sind, mit gleichförmigen Zwischenräumen in der Umfangsrichtung des Käfigs **6** in einer versetzt angeordneten Anordnung ausgebildet. Der Aufbau der Aussparungen **6b** ist nicht auf irgendeinen spezifischen Aufbau begrenzt. Sofern die Aussparungen **6b**, die in einer Richtung verjüngt sind, in der Anzahl gleich sind mit jenen, die in der anderen Richtung verjüngt sind, können die Aussparungen **6b** in einem versetzt angeordneten Muster angeordnet sein, der sich alle zwei Aussparungen abwechselnd oder in einem Muster von zwei Aussparungen angeordnet sein, die in ersten Richtung verjüngt sind, wobei eine Aussparung in einer zweiten Richtung verjüngt ist, eine Aussparung in der ersten Richtung verjüngt ist und zwei Aussparungen in der zweiten Richtung verjüngt sind.

[0266] Keine spezifische Beschränkung wird der Art und Weise der Führung des Käfigs **6** auferlegt. Der Käfig **6** kann einen Innenring, einen Außenring oder

Wälzelemente führen.

[0267] Die Konfiguration des Käfigs **6** ist nicht auf irgendeine spezifische Konfiguration begrenzt. Der Käfig **6** kann einstückig ausgebildet sein oder kann aus verschiedenen Stücken montiert sein.

[0268] Es besteht eine Chance der Spinbewegung oder des Schräglaufs, die sich bei einem Wälzelement während der Rotation aufgrund verschiedener Faktoren entwickelt. Wenn die Positionen der Wälzelemente nicht gut gesteuert werden können, erhöht sich der Rotationswiderstand eines Lagers, oder die Wälzelemente werden unfähig, sich gleichförmig zu drehen.

[0269] Jede der Aussparungen **6b**, die in dem Käfig **6** ausgebildet sind, hat parallele Seitenflächen **6c** und **6d**, welche mit einem bestimmten Winkel verjüngt sind, d.h., mit einem Winkel, der im Wesentlichen identisch mit dem Kontaktwinkel des Wälzelements **5** ist. Die Seitenflächen **6c** und **6d** der Aussparung **6b** unterdrücken das Auftreten von Änderungen bei dem Wälzelement **5**, wie z.B. eine Spinbewegung oder ein Schräglauf. Da die Position des Lagers beibehalten werden kann, kann ein Lager mit einem niedrigen Drehmoment verkörpert werden.

[0270] Die Geometrie des Käfigs **6** ist nicht auf irgendeine spezifische Geometrie begrenzt, sofern der Käfig **6** Bereiche zum Zurückhalten und Führen der Wälzelemente **5** hat. Die Geometrie des Käfigs **6** ist zugelassen für eine beliebige Auswahl oder Modifikation.

[0271] Ein bevorzugter Käfig ist als der Käfig **6** ausgewählt aus einem maschinell bearbeiteten Käfig, einem gepressten Käfig, einem Harzkäfig oder dergleichen, wie erforderlich ist. Entsprechenderweise wird Metall (z.B. Messing, Stahl oder dergleichen) oder Kunstharz (z.B. Polyamid **66** (d.h. Nylon **66**), Polyphenylsulfid (PPS) oder dergleichen) ausgewählt, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

[0272] Ein Abstandshalter (Distanzstück) **8**, der bogenförmige ausgesparte Nuten **9, 9** aufweist, wie z.B. jener, der in **Fig. 26** gezeigt ist, fällt in den Schutzzumfang der Erfindung.

[0273] Der Abstandshalter **8** ist kleiner im Durchmesser als das Wälzelement **5**. Die bogenförmigen ausgesparten Nuten **9, 9** sind in jeweiligen entgegengesetzten Flächen **10, 10** so ausgebildet, dass sie einander kreuzen und die Wälzelemente **5, 5** solcherart zurückhalten, dass die Rotationsmittelachse **5c** senkrecht zu den einander entgegengesetzten Flächen **5c, 5c** sich mit dem anderen benachbarten Wälzelement **5** kreuzt.

[0274] Die Krümmung der bogenförmigen Nut **9** kann beliebig festgelegt sein, nämlich dass die Krümmung im Wesentlichen identisch mit oder größer als die des Außendurchmessers **5a** des Wälzelements **5** ausgeführt ist.

[0275] Die Verwendung eines solchen Abstandshalters macht das gesamte Lager kompakt.

[0276] Keine spezifische Begrenzung wird auf den Zustand einer Vorbelastung auferlegt, die zwischen

das Wälzelement und die Laufbahnfläche aufgebracht wird. Mit anderen Worten, die Vorbelastung kann während des Herstellungsprozesses aufgebracht werden oder nicht, wobei jeder Fall in den Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung fällt.

[0277] Lagerstahl wird üblicherweise als Material der Laufringe **1** und **2** und das der Wälzelemente **5** des Lagers verwendet. Falls ein Versuch gemacht wird, die Korrosionsbeständigkeit oder die Wärmebeständigkeit eines Lagers in Übereinstimmung mit einer Verwendungsumgebung zu verbessern, kann rostfreier Stahl, wärmebeständiger Stahl (z.B. M50) oder Keramik, wie erforderlich, ausgewählt sein.

[0278] Die Dichtungsplatte **20** entspricht entweder einer Kontaktdichtung oder einer Nichtkontaktdichtung. Keine spezifische Beschränkung wird der Geometrie der Dichtungsplatte **20** auferlegt; eine bekannte Geometrie kann, wie erforderlich, ausgewählt werden, ohne den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

[0279] Keine spezifische Beschränkung wird der Anordnung der Dichtungsplatte **20** auferlegt. Falls notwendig, kann die Dichtungsplatte **20** auf einer Seite des Lagers vorgesehen sein oder auf beiden Seiten des Lagers vorgesehen sein. Eine Dichtungsfläche der Dichtungsplatte **20** kann zum Außenring oder dem Innenring weisen.

[0280] Keine spezifische Beschränkung wird der Geometrie einer Dichtung, wie z.B. der Geometrie einer Lippe auferlegt. Ein Linearkontakt oder ein Flächenkontakt können in Bezug zu einer Dichtungsfläche entstehen.

[0281] Entweder das Vorhandensein oder die Abwesenheit eines Metallkerns ist willkürlich auswählbar. Eine Dichtung, die einen Metallkern hat, oder eine Dichtung, die keinen Metallkern hat, kann, wie erforderlich, ausgewählt werden.

[0282] Keine spezifischen Beschränkungen werden der Dichtungsnutstruktur des Außenrings **1** oder jener des Innenrings **2** auferlegt; wobei die Dichtungsnutstruktur wie erforderlich auf Modifikationen zugelassen ist.

[0283] Wie oben erläutert, sind die Dichtungsplatten **20** vorgesehen, weil ein Fall auftreten kann, wo ein Erfordernis besteht für ein Rollenlager, das eine Dichtungscharakteristik hat, die von den Verwendungszuständen abhängt. Zum Beispiel, wenn ein Rollenlager in einer ultrareinen Umgebung zu verwenden ist, werden strenge Beschränkungen hinsichtlich des Entweichens eines Schmiermittels oder Gases aus einem Lager auferlegt. Wenn ferner ein Rollenlager in einer staubigen Umgebung zu verwenden ist, besteht das Erfordernis zur Verhinderung des Eintritts eines Schadstoffes in das Innere eines Lagers.

[0284] Wenn die Dichtungsplatten **20** in dieser Art und Weise angeordnet sind, kann ein Entweichen von Schmiermittel oder eines gefährlichen Gases aus dem Inneren eines Lagers zur Außenseite oder die Verhinderung des Eintritts eines Schadstoffes in das Innere eines Lagers verhindert oder verringert

werden.

[DREIZEHNTES BEISPIEL]

[0285] Spezifischere Beschreibungen des Rollenlagers entsprechend des dreizehnten Beispiels werden wie folgt bereit gestellt.

[ERSTE FORM]

[0286] **Fig. 22** zeigt ein Rollenlager entsprechend einer ersten Form des 13. Beispiels.

[0287] Wie in **Fig. 23** gezeigt ist, ist jedes der Wälzelemente **5, 5** aus einer an Oberseite und Unterseite abgeflachten Kugel ausgebildet, die ein Paar entgegengesetzter Flächen **5b, 5b** aufweist. Die Wälzelemente **5** sind in einer Laufbahnnut **4** eingebaut, die zwischen einem Außenring **1** und einem Innenring **2** begrenzt ist. Die Wälzelemente **5, 5** werden durch einen in **Fig. 25** gezeigten Käfig zurückgehalten und geführt.

[0288] Die Dichtungsplatten **20** sind vom Kontakttyp. Eine Dichtungsfläche **20a** der Dichtung wird erhalten als eine Dichtungsfläche und wird in einen hermetischen Kontakt mit einem Innenboden **4a** einer Dichtungsnut **4** des Innenrings **2** gebracht.

[0289] Die Dichtungsplatte **20** repräsentiert ein grobes Konzept der Geometrie derselben und ist nicht beschränkend auf die dargestellte Geometrie auszuweisen. Die vorliegende Form stellt nur ein Beispiel dar, bei welchem die Dichtungsfläche **20a** der Dichtung als eine geschlossene Kontaktfläche erhalten ist.

[0290] Die Laufbahnnut **3** nimmt die Form eines gotischen Bogens ein und wird gebildet aus zwei Laufbahnflächen **1a** und **1b** oder **2a** und **2b**, wobei jede Laufbahnfläche größer im Radius als das Wälzelement **5** ist. Ferner sind die entgegengesetzten Flächen **5b, 5b** des Wälzelements **5** (das aus einer an Oberseite und Unterseite abgeflachten Kugel besteht) symmetrisch hergestellt.

[0291] Die Rotationsmittelachse **5c**, die senkrecht zu den gegenüberliegenden Flächen **5b, 5b** eines Wälzelements **5** ist, kreuzt die des anderen, benachbarten Wälzelements **5**. Die Bewegungen der benachbarten Wälzelemente **5, 5** werden durch die Aussparungen **6b, 6b** des Käfigs **6** geführt.

[0292] Aussparungen **6b, 6b** sind abwechselnd in dem Käfig **6** solcherart ausgebildet, dass eine Aussparung **6b**, die in einer Seite ausgebildet ist, eine andere Aussparung, die in der anderen Seite ausgebildet ist, bezüglich zur Richtung des Umfangs des Käfigs **6**, kreuzt, um dadurch den Einbau der Wälzelemente **5, 5** in die Laufbahnnut **3** solcherart zu ermöglichen, dass die Rotationsmittelachse **5c**, die senkrecht zu den gegenüberliegenden Flächen **5b, 5b** eines Wälzelements **5** ist, die des anderen, benachbarten Wälzelements **5** kreuzt.

[0293] Entsprechend der ersten Form existiert ein Punktkontakt **11** zwischen dem Außendurchmesser

5a des Wälzelements **5** und der Laufbahnfläche **1a** des Außenrings **1** und ein anderer Punktkontakt **11** existiert zwischen dem Außendurchmesser **5a** des Wälzelements **5** und einer Laufbahnfläche **5b** des Innenrings **2**. Ferner existiert ein Punktkontakt **12** zwischen dem Außendurchmesser **5a** eines anderen benachbarten Wälzelements **5** und der Laufbahnfläche **1b** des Außenrings **1** und ein anderer Punktkontakt **12** existiert zwischen dem Außendurchmesser **5a** des Wälzelements **5** und der Laufbahnfläche **2a** des Innenrings **2**.

[0294] Die Kontaktwinkel der Wälzelemente **5, 5** kreuzen sich wiederum. Daher kann ein Lager eine Radiallast, Axiallast in zwei Richtungen und ein Lastmoment aufnehmen.

[0295] Nur zwei Punktkontakte (**11, 11**) existieren zwischen dem Wälzelement **5** und den Laufbahnflächen **1a, 2b** und nur zwei Punktkontakte (**12, 12**) existieren zwischen einem anderen benachbarten Wälzelement **5** und den Laufbahnflächen **1b, 2a**. Daher kann die Chance des Auftretens einer größeren Spinbewegung vermieden werden, was andererseits bei einem diesbezüglichen Vierpunktkontakt-Lager nach dem Stand der Technik auftreten würde.

[0296] Die Wälzelemente **5, 5** kommen in Kontakt mit dem Außen- und Innenring **1** und **2** in der gleichen Weise, wie bei dem üblichen Kugellager. Daher kann das Kugellager entsprechend der vorliegenden Erfindung einen Wälzwidestand und ein Drehmoment realisieren, welche kleiner sind als jene, die sich bei einer Kreuz-Rolle entwickeln.

[ZWEITE FORM]

[0297] Die **Fig. 27** und **28** zeigen ein Rollenlager entsprechend einer zweiten Form.

[0298] Bei der vorliegenden Form wird eine Kontakt-dichtung als die Dichtungsplatte **20** verwendet, und eine Dichtungsfläche **20b** der Dichtung wird als eine Dichtungsfläche erhalten. Die Dichtungsfläche **20b** wird in hermetischem Kontakt mit einer Stirnfläche **4b** der Dichtungsnut **4** des Innenrings **2** gebracht. In anderer Hinsicht ist das Rollenlager in der Konfiguration und dem Arbeitseffekt mit dem identisch, das in Verbindung mit der ersten Form beschrieben wurde. Die gleichen Bezugswerte sind jenen Elementen zugeordnet, welche die gleichen sind, wie in Verbindung mit der ersten Form beschrieben wurden. Daher werden ihre wiederholten Erläuterungen weggelassen.

[0299] Wie in **Fig. 27** gezeigt ist, kann die Dichtungsfläche **20b** in Kontakt mit einer Dichtungsnutstirnfläche (Lagerstirnfläche) **4b** des Innenrings **2** gebracht werden. Alternativ dazu kann, wie in **Fig. 28** gezeigt ist, die Stirnfläche **4b** verjüngt sein und in einen geneigten Kontakt mit der Dichtungsfläche **20b** gebracht sein.

[DRITTE FORM]

[0300] **Fig. 29** zeigt eine dritte Form des Rollenla-

gers.

[0301] Eine Kontaktdichtung wird als die Dichtungsplatte **20** verwendet. Dichtungsflächen **20a** und **20b** der Kontaktdichtung werden als Dichtungsflächen erhalten. Die Dichtungsfläche **20a** ist in einen hermetischen Kontakt mit dem Innenboden **4a** gebracht, und die Dichtungsfläche **20b** ist, in einen hermetischen Kontakt mit der Stirnfläche **4b** gebracht.

[0302] In anderer Hinsicht ist das Rollenlager in der Konfiguration und der Arbeitseffekt mit dem identisch, das in Verbindung mit der ersten Form beschrieben wurde. Die gleichen Bezugszahlen sind jenen Elementen zugeordnet, welche die gleichen sind, wie jene, die in bereits beschrieben wurden. Daher werden ihre wiederholten Erläuterungen weggelassen.

[VIERTE FORM]

[0303] **Fig. 30** zeigt eine vierte Form des Rollenlagers.

[0304] Eine Nichtkontaktdichtung wird als die Dichtungsplatte **20** verwendet. Die Dichtungsfläche **20a** der Dichtung wird als eine Dichtungsfläche erhalten, und ein Nichtkontaktdichtungsabschnitt wird zwischen der Dichtungsfläche **20a** und dem Innenboden **4a** der Dichtungsnut **4** des Innenrings **2** gebildet.

[0305] In anderer Hinsicht ist das Rollenlager in der Konfiguration und dem Arbeitseffekt mit dem identisch, das in Verbindung mit der ersten Form beschrieben wurde. Die gleichen Bezugszahlen sind jenen Elementen zugeordnet, welche die gleichen sind, wie sie bereits beschrieben wurden. Daher werden ihre wiederholten Erläuterungen weggelassen.

[FÜNFTE FORM]

[0306] **Fig. 31** zeigt eine fünfte Form des Rollenlagers.

[0307] Eine Nichtkontaktdichtung wird als die Dichtungsplatte **20** verwendet. Die Dichtungsfläche **20b** der Dichtung wird als eine Dichtungsfläche erhalten, und ein Nichtkontaktdichtungsabschnitt wird der Dichtungsfläche **20b** und der Stirnfläche **4b** der Dichtungsnut **4** des Innenrings **2** gebildet.

[0308] In anderer Hinsicht ist das Rollenlager in der Konfiguration und dem Arbeitseffekt mit dem identisch, das in Verbindung mit der ersten Form beschrieben wurde. Die gleichen Bezugszahlen sind jenen Elementen zugeordnet, welche die gleichen sind, wie sie bisher beschrieben wurden. Daher werden ihre wiederholten Erläuterungen weggelassen.

[SECHSTE FORM]

[0309] **Fig. 32** zeigt eine sechste Form des Rollenlagers.

[0310] Eine Nichtkontaktdichtung wird als die Dichtungsplatte **20** verwendet. Dichtungsflächen **20a** und **20b** der Kontaktdichtung werden als Dichtungsflä-

chen erhalten. Ein Nichtkontaktdichtungsabschnitt wird zwischen der Dichtungsfläche **20a** und dem Innenboden **4a** der Dichtungsnut des Innenrings **2** gebildet, und ein anderer Nichtkontaktdichtungsabschnitt wird zwischen der Dichtungsfläche **20b** und der Stirnfläche **4b** der Dichtungsnut **4** des Innenrings **2** gebildet.

[0311] In anderer Hinsicht ist das Rollenlager in der Konfiguration und dem Arbeitseffekt mit dem identisch, das in Verbindung mit der ersten Form beschrieben wurde. Die gleichen Bezugszahlen sind jenen Elementen zugeordnet, welche die gleichen sind, wie jene, die bisher beschrieben wurden. Daher wird deren wiederholte Erläuterung weggelassen.

[SIEBENTE FORM]

[0312] **Fig. 33** zeigt eine siebente Form des Rollenlagers entsprechend der vorliegenden Erfindung.

[0313] Eine Nichtkontaktdichtung wird als die Dichtungsplatte **20** verwendet. Die Dichtungsfläche **20a** der Dichtung wird als eine Dichtungsfläche erhalten, und ein Nichtkontaktdichtungsabschnitt wird zwischen der Dichtungsfläche **20a** und dem Innenboden **4a** der Dichtungsnut **4** des Innenrings **2** gebildet.

[0314] In anderer Hinsicht ist das Rollenlager in der Konfiguration und dem Arbeitseffekt mit dem identisch, das in Verbindung mit der ersten Form beschrieben wurde. Die gleichen Bezugszahlen sind jenen Elementen zugeordnet, welche die gleichen sind, wie jene, die bisher beschrieben wurde. Daher wird deren wiederholte Erläuterung weggelassen.

[ACHTE FORM]

[0315] Die **Fig. 34** und **35** zeigen eine achte Form des Rollenlagers.

[0316] Eine Nichtkontaktdichtung wird als die Dichtungsplatte **20** verwendet. Die Dichtungsfläche **20a** der Dichtung wird als eine Dichtungsfläche erhalten.

[0317] Bei der in **Fig. 34** gezeigten Form wird die Dichtungsfläche **20b** der Dichtungsplatte **20** als die Dichtungsfläche erhalten, und ein Nichtkontaktdichtungsabschnitt wird zwischen der Dichtungsfläche **20b** und der Stirnfläche **4b** der Dichtungsnut **4** des Innenrings **2** gebildet.

[0318] Bei der in **Fig. 35** gezeigten Form werden die Dichtungsflächen **20a** und **20b** der Dichtungsplatte **20** als Dichtungsflächen erhalten. Ein Nichtkontaktdichtungsabschnitt wird zwischen der Dichtungsfläche **20a** und dem Innenboden **4a** der Dichtungsnut **4** des Innenrings gebildet. Ein anderer Nichtkontaktdichtungsabschnitt wird zwischen der Dichtungsfläche **20b** und der Stirnfläche **4b** der Dichtungsnut **4** des Innenrings **2** erhalten.

[0319] In anderer Hinsicht ist das Rollenlager in der Konfiguration und dem Arbeitseffekt mit dem identisch, das in Verbindung mit der ersten Form beschrieben wurde. Die gleichen Bezugszahlen sind jenen Elementen zugeordnet, welche die gleichen

sind, wie jene, die bisher beschrieben wurden. Daher wird deren wiederholte Erläuterung weggelassen.

[14. BEISPIEL]

[0320] Ein Rollenlager entsprechend des 14. Beispiels umfasst einen Ring (Außenring) **1**; einen anderen Ring (Innenring) **2**; eine Vielzahl von Wälzelementen **5, 5, ...**, die in einer Laufbahnnut **3** eingebaut sind, wobei die Nut zwischen dem Innendurchmesser des Außenrings **1** und dem Außendurchmesser des Innenrings **2** begrenzt ist; und einen Flansch **13**, der auf einem oder beidem vom Außenring **1** und dem Innenring **2** vorgesehen ist.

[0321] Bis auf den Flansch **13** ist das Rollenlager identisch in Konfiguration, Arbeitsweise und Vorteil mit dem, dass bereits oben beschrieben wurde. In Beziehung zu der gemeinsamen Konfiguration und dem Arbeitseffekt werden die gleichen Bezugswerte den gleichen Elementen zugeordnet und ihre wiederholte Erläuterung wird weggelassen.

[0322] Keine spezifische Beschränkung wird der Geometrie, dem Aufbau und der Anordnung des Flansches **13** auferlegt. Die axiale Abmessung des Flansches kann symmetrisch oder asymmetrisch sein. Keine Beschränkungen werden den Axialabmessungen des Flansches **13** auferlegt.

[0323] Ein Loch (tap) kann in dem Flansch zur Erhöhung der Montagegenauigkeit des Flansches **13** mit einer Gegenstückkomponente ausgebildet sein. Im Falle eines doppelt geteilten Rings, wenn der Flansch **13** auf jeder Ringhälfte vorgesehen ist, können die Ringhälften zusammen mittels der Befestigung der Flansche **13** befestigt werden.

[0324] Bei der vorliegenden Form sind die Dichtungsplatten **20** in das Kugellager eingebaut, wie dargestellt ist. Die Dichtungsplatte **20** des Rollenlagers entsprechend dem vorliegenden Aspekt ist nicht unentbehrlich und kann beliebig ausgewählt sein. Die Dichtungsplatte kann beliebig auf die Strukturen angewendet werden, die in Verbindung mit dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung beschrieben wurde.

[0325] Wie oben erläutert, ist ein Ziel die Verwendung des Flansches **13** bei der vorliegenden Erfindung, die Arbeitsweise des Flansches **13** und ein Vorteil des Flansches **13**, wie folgt.

[0326] Im Falle eines Lagers eines anderen Typs verwendet das Lager dieses Typs üblicherweise den Innenring **2**, der mit einer Welle befestigt ist und den Außenring **1**, der mit einem Gehäuse befestigt ist (bei dem diesbezüglichen Stand der Technik).

[0327] Solch ein Aufbau wirft die folgenden Probleme auf, welche zu lösen sind.

(1) Es existiert ein strenges Erfordernis für eine Abmessungsgenauigkeit einer Passfläche eines Lagers.

(2) Wenn eine Presspassung zwischen Passflächen existiert, besteht eine Notwendigkeit für die Verwendung eines Spezialwerkzeuges oder einer

Spezialmaschine zur Montage und Demontage eines Lagers.

(3) Da ein Spezialwerkzeug oder eine Spezialmaschine für die Montage und Demontage eines Lagers verwendet werden kann, werden strukturelle Beschränkungen der Gegenstückkomponente eines Lagerbefestigungsabschnitts auferlegt. (Zum Beispiel um einen Innenring aus einem Lager durch die Verwendung einer Herausziehvorrichtung zu entnehmen, besteht eine Notwendigkeit zur Gestaltung der Schulterhöhe einer Welle, die etwas kleiner ist als die Querschnittshöhe des Innenrings des Lagers in der ursprünglichen Gestaltung einer Gegenstückkomponente, die zu befestigen ist. Wenn jedoch die Schulterhöhe der Welle übermäßig klein wird, kann die Gefahr entstehen, dass die Positionierung der Schulterhöhe der Welle unbestimmt wird. Besonders in dem Fall eines dünnen Lagers, das eine vergleichsweise kleine Querschnittslagergröße hat, erwächst ein Problem.

(4) Das Auswechseln eines Lagers involviert den Verbrauch von sehr viel Zeit.

(5) Es besteht die Notwendigkeit für ein Gehäuse zum Stützen eines Lagers. Als ein Ergebnis wird die Größe des Umfangs eines Lagers erhöht, was wiederum der Miniaturisierung eines Erzeugnisses entgegenwirkt und in einer Erhöhung der Gesamtkosten resultiert.

[0328] Die vorstehend genannte Konfiguration ermöglicht die Integration eines Laufrings und eines Flanschs eines Lagers. Als ein Ergebnis kann die Abmessungsgenauigkeit einer Außen- oder Innenumfangsfläche eines Lagers niedrig festgelegt werden. Ein Lager und eine Gegenstückkomponente können schnell und leicht miteinander befestigt werden oder demontiert werden mittels eines Flanschs und durch die Verwendung einer Schraube. Somit werden die Montagekosten herabgesetzt.

[0329] Ferner erübrigt sich die Notwendigkeit für ein Gehäuse, wodurch ein Erzeugnis kompakt gemacht wird und die Gesamtkosten herabgesetzt werden.

[ERSTE FORM]

[0330] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form des 14. Beispiels ist der Außenring **1** in zwei Teile geteilt, und der Innenring **2** ist ein einstückig. Der Flansch **13** ist mit einem der beiden Teile des Außenrings **1** befestigt (siehe **Fig. 36**).

[ZWEITE FORM]

[0331] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist der Außenring **1** einstückig und der Innenring **2** ist in zwei Teile geteilt. Der Flansch **13** ist mit dem Außenring **1** befestigt (siehe **Fig. 37**).

[DRITTE FORM]

[0332] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Formen ist jeder vom Außenring **1** und dem Innenring **2** in zwei Teile geteilt. Der Flansch **13** ist mit einem der beiden Teile des Außenrings **1** befestigt (siehe **Fig. 38**).

[VIERTE FORM]

[0333] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Formen ist jeder von dem Außenring **1** und dem Innenring **2** einstückig. Der Flansch **13** ist mit dem Außenring **1** befestigt (siehe **Fig. 39**).

[FÜNFTE FORM]

[0334] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Formen ist der Außenring **1** in zwei Teile geteilt, und der Innenring **2** ist einstückig. Der Flansch **13** ist mit jedem der beiden Teile, die den Außenring **1** bilden, befestigt, und der Flansch **13** nimmt eine axial symmetrische Geometrie ein (siehe **Fig. 40**).

[SECHSTE FORM]

[0335] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist der Außenring **1** in zwei Teile geteilt, und der Innenring **2** ist einstückig. Der Flansch **13** ist mit jedem der beiden Teile, die den Außenring **1** bilden, befestigt, und der Flansch **13** nimmt eine axial asymmetrische Geometrie ein.

[0336] Bei der vorliegenden Form ist, um eine gegenseitige Ausrichtung der Kerne der Flanschhälften **13** zu erleichtern, eine Lochstruktur (tap structure) in den Flanschen **13** ausgebildet (siehe **Fig. 41**).

[SIEBTE FORM]

[0337] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist der Außenring **1** in zwei Teile geteilt, und der Innenring **2** ist einstückig. Der Flansch **13** ist mit einem der beiden Teile, die den Außenring **1** bilden, befestigt. Bei der vorliegenden Form ist, um die Ausrichtung eines Kerns des Flanschs **13** mit einer Gegenstückkomponente zu erleichtern, eine Lochstruktur in dem Flansch **13** ausgebildet (siehe **Fig. 42**).

[ACHTE FORM]

[0338] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist der Außenring **1** in zwei Teile geteilt, und der Innenring **2** ist einstückig. Der Flansch **13** ist mit dem Innenring **2** befestigt (siehe **Fig. 43**).

[NEUNTE FORM]

[0339] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Formen ist der Außenring **1** einstückig, und der Innenring **2** ist in zwei Teile geteilt. Der Flansch **13** ist

mit einem der beiden Teile des Innenrings **2** befestigt (siehe **Fig. 44**).

[ZEHNTE FORM]

[0340] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist jeder von dem Außenring **1** und dem Innenring **2** in zwei Teile geteilt. Der Flansch **13** ist mit einem der beiden Teile des Innenrings **2** befestigt (siehe **Fig. 45**).

[ELFTE FORM]

[0341] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist jeder von dem Außenring **1** und dem Innenring **2** einstückig. Der Flansch **13** ist mit dem Innenring **2** befestigt (siehe **Fig. 46**).

[ZWÖLFTE FORM]

[0342] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist der Außenring **1** einstückig, und der Innenring **2** ist in zwei Teile geteilt. Der Flansch **13** ist mit jedem beiden Teile, die den Innenring **2** bilden, befestigt, und der Flansch **13** nimmt eine axial symmetrische Geometrie ein (siehe **Fig. 47**).

[DREIZEHNTE FORM]

[0343] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist der Außenring **1** einstückig und der Innenring **2** ist in zwei Teile geteilt. Der Flansch **13** ist mit jedem der beiden Teile, die den Innenring **2** bilden, befestigt, und der Flansch **13** nimmt eine axial asymmetrische Geometrie ein. Bei der vorliegenden Form ist, um die Ausrichtung von Kernen des Flanschs **13** miteinander zu erleichtern, eine Lochstruktur in den Flanschen **13** ausgebildet (siehe **Fig. 48**).

[VIERZEHNTE FORM]

[0344] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist der Außenring **1** in zwei Teile geteilt, und der Innenring **2** ist einstückig. Der Flansch **13** ist mit dem Innenring **2** befestigt. Um bei der vorliegenden Form die Ausrichtung des Flanschs **13** mit einer Gegenstückkomponente zu erleichtern, ist eine Lochstruktur in den Flanschen **13** ausgebildet (siehe **Fig. 49**).

[FÜNFZEHNTE FORM]

[0345] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist der Außenring **1** in zwei Teile geteilt, und der Innenring **2** ist einstückig. Der Flansch **13** ist mit einem der beiden Teile befestigt, die den Außenring **1** und den Innenring **2** bilden (**Fig. 50**).

[SECHZEHNTE FORM]

[0346] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist der Außenring **1** einstückig, und der Innenring **2** ist in zwei Teile geteilt. Der Flansch **13** mit dem Außenring **1** und einem der beiden Teile des Innenrings **2** befestigt (siehe **Fig. 51**).

[SIEBZEHNTE FORM]

[0347] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist jeder von dem Außenring **1** und dem Innenring **2** in zwei Teile geteilt. Der Flansch **13** ist mit einem der beiden Teile, die den Außenring **1** bilden und mit einem der beiden Teile, die den Innenring **2** bilden befestigt (siehe **Fig. 52**).

[ACHTZEHNTE FORM]

[0348] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist jeder von dem Außenring **1** und dem Innenring **2** einstückig. Der Flansch **13** ist mit dem Außenring **1** und dem Innenring **2** befestigt (siehe **Fig. 53**).

[NEUNZEHNTE FORM]

[0349] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist jeder von dem Außenring **1** und dem Innenring **2** in zwei Teile geteilt. Der Flansch **13** ist mit jedem der beiden Teile, die den Außenring **1** und mit jedem der beiden Teile, die den Innenring **2** bilden, befestigt. Der Flansch **13** nimmt eine axial symmetrische Geometrie ein (siehe **Fig. 54**).

[ZWANZIGSTE FORM]

[0350] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist jeder von dem Außenring **1** und dem Innenring **2** in zwei Teile geteilt. Der Flansch **13** ist mit jedem der beiden Teile, die den Außenring **1** bilden und mit jedem der beiden Teile, die den Innenring **2** bilden, befestigt. Der Flansch **13** nimmt eine axial symmetrische Geometrie ein.

[0351] Um bei der vorliegenden Form die Ausrichtung der Kerne des Flansches miteinander zu erleichtern, ist eine Lochstruktur in den Flanschen **13** ausgebildet (siehe **Fig. 55**).

[EINUNDZWANZIGSTE FORM]

[0352] Bei dem Lager entsprechend der vorliegenden Form ist der Außenring **1** in zwei Teile geteilt. Der Flansch **13** ist mit einem der beiden Teile, die den Außenring **1** bilden und dem Innenring **2** befestigt. Um die Ausrichtung der Flansche **13** mit Gegenstückkomponenten zu erleichtern, ist eine Lochstruktur in den Flanschen **13** ausgebildet (siehe **Fig. 56**).

[15. BEISPIEL]

[0353] Ein Rollenlager entsprechend der 15. Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst einen Laufring (Außenring) **1**; einen anderen Ring (Innenring) **2**; eine Vielzahl von Wälzelementen **5, 5, ...**, die in eine Laufbahnnut **3** eingebaut sind, wobei die Nut zwischen dem Innendurchmesser des Außenrings **1** und dem Außendurchmesser des Innenrings **2** begrenzt wird; und ein schmiermittelhaltiges Polymerelement **14**, das einen Raum innerhalb des Lagers ausfüllt.

[0354] Außer dem schmiermittelhaltigen Polymerelement **14**, das den Raum innerhalb eines Lagers ausfüllt, ist das Rollenlager in der Konfiguration und dem Arbeitseffekt mit den vorangehenden identisch. In Beziehung zu der gemeinsamen Konfiguration und dem gemeinsamen Arbeitseffekt werden die gleichen Bezugswerte den gleichen Elementen zugeordnet, und ihre wiederholte Erläuterung wird weggelassen.

[0355] Bei dem vorliegenden Beispiel, außer dass es anderweitig spezifiziert ist, ist das schmiermittelhaltige Polymerelement **14** mittels des Mischens von zumindest einem Typ eines Polymers, das aus einer Poly α -Olefin-Polymer-basierenden Gruppe ausgewählt ist, die Polyethylen, Polypropylen, Polybutylen und Polymethylpenten umfasst als ein Schmiermittel, mindestens einem Typ eines Öls, das ausgewählt wurde aus einem parafinbasierenden Kohlenwasserstofföl, wie z.B. Poly α -Olefin-Ölen, naphthenbasierenden Kohlenwasserstoffölen, Petrolat, Etherölen, wie z.B. Dialkyldiphenylether und Esteröle, wie z.B. Phthalatester und Trimellitat zusammengesetzt ist.

[0356] Es kann ein Fett, das ein Schmiermittel, wie ein basisches Öl, statt des Schmiermittels verwendet werden. In diesem Fall wird eine geeignete Menge einer bekannten Metallseife, wie z.B. Lithiumseife, einem Schmiermittel zugefügt, um Fett herzustellen.

[0357] Polymere sind von dem gleichen Molekularaufbau und haben unterschiedliche mittlere relative Molekülmassen. Mittlere Molekülmassen von Polymeren reichen von 1×10^3 bis 5×10^6 . Vergleichsweise niedrige Molekülmassen-Polymere, die einen mittleren Wert von 1×10^3 bis 1×10^6 oder Ultrahochmolekülmassen-Polymere, die einen mittleren Wert von 1×10^6 bis 5×10^6 , haben, werden einzig oder in einer gemischten Art und Weise, wie erforderlich, verwendet.

[0358] Als das Polymer des schmiermittelhaltigen Polymermaterials, kann Polypropylen, welches ein hochölabSORPTIONSFÄHIGES Polymer ist, Polystyrol, Polyethylen, Polyurethan, Acrylharz, wie z.B. Polyethylmethacrylat oder Polynolbornan verwendet werden.

[0359] Ein Mischungsverhältnis des schmiermittelhaltigen Polymerelementes ist solcherart, dass das poly α -basierende olefinbasierende Polymer 20 % bis 80 % des Gesamtgewichtes des Polymerelementes bildet und dass das Schmiermittel 80 % bis 20 % des Gesamtgewichtes bildet. Wenn das poly α -basieren-

de olefinbasierende Polymer weniger als 20 % vom Gewicht bildet, kann kein Polymerelement mit einem bestimmten Niveau an Härte und Festigkeit erzielt werden. Wenn das poly α -basierende olefinbasierende Polymer 80 % vom Gewicht oder mehr bildet (d.h., wenn das Schmiermittel weniger als 20 % vom Gewicht bildet), wird die Menge an Schmiermittel, die zuzuführen ist, kleiner, und als ein Ergebnis wird ein Effekt der Verminderung des Abriebs eines Gleitabschnitts verringert. Verschiedene Zusatzstoffe, wie z.B. ein Oxidationsinhibitor, ein Rostschutzmittel, ein Abriebverhinderungsmittel, ein Schaumverhütungsmittel und ein Hochdruckmittel können, wie erforderlich, zu dem Polymerelement hinzugefügt werden.

[0360] Besonders wenn ein Erfordernis existiert für eine Wärmebeständigkeit wird bevorzugterweise ein schmiermittelhaltiges Polymerelement basierend auf einem hitzehärtbaren Kunststoff verwendet, wie z.B. jenes, das nachstehend beschrieben ist, statt des oben beschriebenen Poly α -Polyolefin-basierenden Polymers.

[0361] Der hitzehärtbare Kunststoff schließt Diallylphthalat, Phenolharz und Polycarbodiimid ein. Mehr im Einzelnen schließt Diallylphthalat ferner ein Homopolymer ein, das aus einem Monomer oder einem Prepolymer, wie z.B. Diallylphthalat, Diallylisophthalat und Diallylterephthalat einschließt; schließt ein Copolymer, das aus zwei oder mehr Monomeren oder Prepolymeren besteht, die aus den obigen ausgewählt wurden, ein, und schließt eine Mischung von dem Homopolymer und dem Copolymer ein.

[0362] Diallylphthalatharz kann nicht erwärmt oder ausgehärtet werden in seiner vorhandenen Form. Daher muss ein Peroxid üblicherweise als ein Härtungsmittel (Polymerisationsinitiator) verwendet werden. Als Peroxid kann Benzoylperoxid, m-Toluoylperoxid, t-Butylperoxid, t-Butylperoxidbenzoat, Di-t-Butylperoxidisophthalat, 2,5-Dimethyl-2,5-di(benzoylperoxi)hexan und Dicumylperoxid verwendet werden. Ein solches Härtungsmittel wird dem Harz zugefügt, um verschiedene oder da herum Gew.-% zu bilden, üblicherweise 1 % oder da herum zum Zeitpunkt der Polymerisation zu bilden.

[0363] Phenolharz, das bei der vorliegenden Erfindung verwendet werden kann, schließt reines Phenolharz des Resoltyps, reines Phenolharz des Novolaktyps und verschiedene denaturierte Phenolharze ein. Zum Beispiel können als denaturierte Phenolharze acajoumodifizierte Phenolharze (cashew-modified phenolic resin) (des Novolak- oder Resoltyps) und ein ölmodifiziertes Phenolharz (des Novolaktyps) verwendet werden.

[0364] Phenolharz des Novolaktyps härtet nicht in unmodifizierter Form aus, wobei Hexamin oder Phenolharz des Rexoltyps als ein Härtungsmittel zu dem Phenolharz des Novolaktyps hingefügt werden muss. Im Gegensatz dazu wird Phenolharz des Resoltyps erwärmt und härtet aus ohne die Verwendung eines Zusatzstoffs.

[0365] Das ölmodifizierte Phenolharz hat ein niedriges Vermögen der Zurückhaltung eines Schmiermittels zum Zeitpunkt des Aushärtens und kann nicht alleinig verwendet werden. Aus diesem Grund besteht die Notwendigkeit der Verwendung eines ölmodifizierten Phenolharzes in Kombination mit einem anderen Phenolharz.

[0366] Polycarbodiimidharz wird ohne die Verwendung von Zusatzstoffen erhitzt und ausgehärtet.

[0367] Ein Schmiermittel, welches bei der vorliegenden Erfindung in Kombination mit dem hitzehärtbaren Harz verwendet werden kann, muss eine Kompatibilität mit dem hitzehärtbaren Harz, das oben angegeben ist, haben. Zum Beispiel kann als ein solches Schmiermittel Diisodecylphthalat, Di-2-Ethylhexylsebacat, ein Esteröl, wie z.B. Tri-2-ethylhexyltrimellitat, ein Polyolesteröl, Octadecyldiphenylether, Tetraphenylether, und ein Phenyletheröl, wie z.B. Pentaphenylether erwähnt werden.

[0368] In Abhängigkeit von der Art des hitzehärtbaren Kunststoffes kann die Art des Schmiermittels, das die Kompatibilität hat, verändert werden. Auch wenn Kunststoff gleichförmig vor dem Aushärten ausgelöst wird, kann ein Fall auftreten, wo Kunststoff von einem Schmiermittel oder einem Fett nach dem Aushärten getrennt wird. Daher besteht eine Notwendigkeit, einer Kombination aus Harz und einem Schmiermittel Aufmerksamkeit zu zollen.

[0369] Diallylphthalatharz ist mit dem Schmiermittel oder allen Arten von Fett kompatibel. Daher kann irgendeine Kombination zwischen dem Schmiermittel und dem Fett eine Mischung ergeben, die eine Schmierfähigkeit besitzen. Wenn jedoch Phenolharz oder Carbodiimidharz verwendet wird, werden Beschränkungen einer Kombination auferlegt. Gewünschte Kombinationen schließen z.B. eine Kombination von reinem Phenolharz und einem Polyphenyletheröl, eine Kombination von acajoumodifizierte in Phenolharz und einem Diesteröl oder Polyolesteröl und eine Kombination von ölmodifiziertem Phenolharz und einem Polyphenyletheröl oder Alkylpolyphenyletheröl ein. Ferner ist in dem Fall des Polycarbodiimidharzes die Verwendung eines Polyphenyletheröls wünschenswert.

[0370] In Hinblick auf die Verstärkung einer mechanischen Festigkeit oder der Verbesserung der Formbarkeit kann ein Streckmittel zu dem schmiermittelhaltigen Polymerelement hinzugefügt werden, z.B. Mineralien, wie z.B. Calciumcarbonat, Talk, Silikamasse, Ton, Glimmer, anorganischer Whisker, wie z.B. Kaliumtitanatwhisker und Bomyaluminiumwhisker, anorganische Fasern, wie z.B. Glasfasern, Asbest, Quarzwolle und Metallfasern und ein Gewebe, das aus irgendeinem dieser Streckmittel gewebt ist. Im Falle einer organischen Verbindung kann als ein Streckmittel irgendeines verschiedener hitzehärtbarer Harze, wie z.B. Ruß, Grafitpulver, Grafitfasern, Aramidfasern, Polyesterfasern, Polyimid und Polybenzimidazol hinzugefügt werden. In Hinblick auf die Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit eines schmier-

mittelhaltigen Polymerelementes, können zu dem Polymerelement Grafitfasern, Metallfasern, Grafitpulver, Metallpulver oder Zinkoxidpulver hinzugefügt werden.

[0371] Die Herstellung eines solchen schmiermittelhaltigen Polymerelementes wird nun beschrieben.

[0372] Im Falle eines schmiermittelhaltigen Polymerelementes basierend auf einen Poly- α -Olefin-Polymer wird ein Gemisch, das aus Polymer und einem Schmiermittel besteht, in eine vorbestimmte Gießform gefüllt, und das Gemisch wird erhitzt und bei einer Temperatur geschmolzen, die höher als der Schmelzpunkt des Polymer ist. Darauf folgend wird das Polymer abgekühlt und ausgehärtet.

[0373] Im Falle eines schmiermittelhaltigen Polymerelementes, das auf einem hitzehärtbaren Harz basiert, wird, nachdem es in eine vorbestimmte Gießform gefüllt wurde, eine Mischung, die aus dem Polymer und einem Schmiermittel besteht, auf eine geeignete Temperatur erhitzt, so dass die Mischung aushärten kann.

[0374] Keine Dichtungsplatte wird in dem Rollenlager entsprechend dem vorliegenden Beispiel aufgenommen. Eine Dichtungsplatte kann auch in dem Rollenlager aufgenommen sein.

[0375] In diesem Fall kann der Aufbau der Dichtungsplatte **20**, wie oben beschrieben wurde, verwendet werden. Ferner kann auch der Aufbau angenommen werden, bei welchem der Flansch **13** entweder auf dem Außenring **1** oder dem Innenring **2** vorgesehen sein, **Fig. 59**.

[0376] Wie oben erläutert hat das Ausfüllen des Raums eines Lagers mit dem schmiermittelhaltigen Polymerelement **14**, wie es auch erfindungsgemäß erfolgen kann, den folgenden Zweck und ergibt die folgenden Arbeitseffekte.

[0377] Fett wird üblicherweise für Schmiermittelzwecke verwendet (beim diesbezüglichen Stand der Technik).

[0378] In Bezug auf ein Rollenlager jedoch, das zum Aufnehmen einer Radiallast, von Axiallasten in zwei Richtungen und einem Lastmoment durch die Verwendung eines einzelnen Lagers in der Lage ist, z.B. jenes, das in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung beschrieben ist, besteht, wenn Fett als ein Schmiermittel verwendet wird, die Notwendigkeit für einen Wartungsvorgang, wie z.B. periodisches Schmiererfüllen zum Ergänzen von Fett. Ferner ergibt sich ein Problem des Austretens von Fett, das die Umgebung eines Lagers verschmutzt.

(ZU LÖSENDE PROBLEME)

[0379] Entsprechenderweise wird ein Schmiermittel über eine lange Zeitperiode einem geschmierten Abschnitt eines Rollenlagers durch das schmiermittelhaltige Polymerelement **14** zugeführt. Daher wird eine gute Schmierung zwischen den Laufbahnflächen des Außen- und Innenrings **1** und **2** und einer Wälzkontaktfläche abgesichert, um dadurch die Not-

wendigkeit für Wartungsvorgänge zu erübrigen, wie z.B. das Ergänzen eines Schmiermittels, welches bis jetzt erforderlich war, wenn Fett zur Schmierung eines Lagers verwendet wird. Ferner kann das Auftreten der Verschmutzung der Umgebung eines Lagers verhindert werden, welches andererseits bewirkt würde durch Fett, das aus der Stirnfläche des Lagers austritt. Ferner ist das schmiermittelhaltige Polymerelement **14** flüssig und fließt nicht und besitzt auch eine Staubschutzeigenschaft. Daher kann die Verlängerung der Lebensdauer eines Lagers in einer Wasser-/Schmutzumgebung auch erwartet werden (das Ziel und der Arbeitseffekt der Erfindung).

[0380] Spezifischere Beschreibungen des Rollenlagers werden wie folgt gegeben.

[ERSTE FORM]

[0381] Entsprechend der ersten Form ist bei einem Rollenlager, welches die Wälzelemente **5** durch die Verwendung des Käfigs **6** führt, der Raum eines Lagers mit dem schmiermittelhaltigen Polymerelement **14** gefüllt (**Fig. 57**).

[0382] Obwohl das vorliegende Beispiel die Wälzelemente **5** verwendet, die in **Fig. 23** gezeigt sind und den Käfig **4** verwendet, der in **Fig. 25** gezeigt ist, werden den Wälzelementen **5** und dem Käfig **6** keine spezifischen Beschränkungen auferlegt. Ferner werden der Geometrie des Außenrings **1** und der Geometrie des Innenrings **2** keine besonderen Beschränkungen auferlegt.

[ZWEITE FORM]

[0383] Entsprechend der vorliegenden Form ist bei einem Rollenlager, welches die Wälzelemente **5** durch die Verwendung des Abstandshalters **8** führt, der Raum eines Lagers mit dem schmiermittelhaltigen Polymerelement **14** gefüllt (**Fig. 58**).

[0384] Obwohl das vorliegende Beispiel die Wälzelemente **5** verwendet, die in **Fig. 23** gezeigt sind und den Abstandshalter **8** verwendet, der in **Fig. 26** gezeigt ist, werden den Wälzelementen **5** und dem Abstandshalter **8** keine spezifischen Beschränkungen auferlegt. Ferner wird der Geometrie des Außenrings **1** und des Innenrings **2** keine besondere Beschränkung auferlegt.

[0385] Ein Rollenlager hat den vorstehend genannten Aufbau, und ein einzelnes Lager kann eine Radiallast, Axiallasten in zwei Richtungen und ein Lastmoment aufnehmen.

[0386] Der folgende Arbeitseffekt ergibt sich zusätzlich zu den vorstehend genannten Arbeitseffekten.

[0387] Es existieren immer zwei Punktkontakte zwischen jedem der Wälzelemente und einer Laufbahn eines Laufrings, um dadurch das Auftreten einer Erhöhung des Drehmoments zu verhindern, welches anderweitig durch eine große Spinbewegungswirkung von Kugeln beim diesbezüglichen Vierpunkt-Lager bewirkt würde.

[0388] Ein Wälzelement ist solcherart ausgebildet, dass der Außendurchmesser des Wälzelements, d.h. eine Wälzkontaktfläche des Wälzelements, eine Krümmung in einer Axialrichtung hat. Im Gegensatz zu einem Kreuzrollenlager hat das Lager einen kleineren Wälzwiderstand und erzielt ein niedrigeres Drehmoment.

[0389] Entsprechend des 13. Beispiels sind Dichtungsplatten (**Fig. 59**) in einem Lager vorgesehen. Ein Rollenlager, das den Aufbau hat, kann das Entweichen eines Schmiermittels oder eines Schadstoffs aus dem Lager nach außen oder den Eintritt von gefährlichen Substanzen in das Lager vermindern oder verhindern.

[0390] Entsprechend dem 14. Beispiel ist in Abhängigkeit von den Verwendungsbedingungen ein Flansch auf einem Innenring oder einem Außenring eines Lagers oder sowohl auf Außen- und Innenring des Lagers vorgesehen. Als ein Ergebnis kann die Abmessungsgenauigkeit des Außen- und Innenumfangs des Lagers niedrig eingestellt werden.

[0391] Ferner kann eine schnelle und leichte Befestigung eines Lagers mit einer Gegenstückkomponente oder Demontage des Lagers von der Gegenstückkomponente bewirkt werden, was die Montagekosten herabsetzt. Ferner erübrigt sich eine Notwendigkeit für ein Gehäuse, wodurch ein Erzeugnis kompakt gemacht wird und die Gesamtkosten herabsetzt.

[0392] Entsprechend dem 15. Beispiel ist der Innenraum eines Lagers mit einem schmiermittelhaltigen Polymerelement gefüllt, damit dadurch ein Wartungsvorgang, wie z.B. das Ergänzen von Fett, welches bis jetzt erforderlich war, wenn ein Lager mit Fett gefüllt war, sich erübrigt. Somit kann ein wartungsfreies Rollenlager ausgeführt werden. Ferner kann das Verschmutzen der Umgebung eines Lagers verhindert werden, welches anderweitig durch das Austreten von Fett von der Stirnfläche des Lagers bewirkt würde. Ferner kann die Verlängerung der Lebensdauer eines Lagers in einer Wasser/Staubumgebung erwartet werden.

[16. Beispiel]

[0393] Ein 16. Beispiel eines Rollenlagers wird nachstehend beschrieben. Dieses Beispiel kann jedoch auf irgendeines des Lagers der anderen Beispiele angewendet werden, und daher wird eine detaillierte Beschreibung dessen Konstruktion hierbei vermieden.

[0394] Bei dem 16. Beispiel ist ein Lager-Innenabstand auf einen negativen Wert gesetzt.

[0395] Es ist anzumerken, dass dem Vorhandensein/der Abwesenheit der Dichtungsplatte **20** keine besonderen Beschränkungen auferlegt wird. Unabhängig davon, ob die Abdichtungsplatte **20** in einem Rollenlager vorgesehen ist, fällt das Rollenlager dieser 14. Ausführungsform in den Schutzzumfang entsprechend der vorliegenden Erfindung.

[0396] In Beziehung zum Drehmoment und der

Drehmomentfestigkeit wurde ein Test durchgeführt mittels des Vergleiches des Rollenlagers (**1**) entsprechend der 16. Ausführungsform, dessen Innenabstand auf einen negativen Wert gesetzt wurde zu einem Vierpunktkontakt-Kugellager und einem Kreuzrollenlager.

[0397] Die Testergebnisse zeigen (**Fig. 60**), dass das Rollenlager bei dem der Abstand auf einen negativen Wert gesetzt wurde, ein Drehmoment ergibt, das kleiner ist, als das erzielt wurde durch das Kreuzrollenlager wie im Fall des Vierpunktkontakt-Kugellagers, und das die Drehmomentfestigkeit, die durch das Lager erzielt wurde, höher ist, als die durch das Vierpunktkontakt-Kugellager erzielt wurde, wie im Fall des Kreuz-Rollenlagers.

[0398] Das Rollenlager, für welches der Abstand auf einen negativen Wert gesetzt wurde, ergibt ein niedriges Drehmoment in der gleichen Weise, wie es das Vierpunktkontakt-Kugellager tut, während eine hohe Drehmomentsteifigkeit erzielt wird, in der gleichen Weise, wie bei dem Kreuz-Rollenlager.

[0399] Es entsteht bei einem Lager, bei dem Abstand auf einen negativen Wert gesetzt wurde, ein Punktkontakt zwischen den Wälzelementen und Laufringen wie im Fall eines Vierpunktkontakt-Kugellagers. Der Wälzwiderstand, der sich in dem Lager entwickelt, wird kleiner als der einer Linienkontakt-Kreuzrolle, und daher ergibt das Lager ein niedriges Drehmoment.

[0400] Da eine Vorbelastung auf die Innenseite eines Lagers aufgebracht wird, kann das Auftreten eines Absinkens hinsichtlich der Festigkeit verhindert werden, welches anderweitig durch einen Innenabstand eines Lagers bewirkt würde, wenn das Lager eine Last aufnimmt, um dadurch eine hohe Momentfestigkeit zu erzielen.

[17. BEISPIEL]

[0401] Nachstehend wird ein 17. Beispiel entsprechend der vorliegenden Erfindung erläutert.

[0402] Das Wälzlager umfasst eine Vielzahl von Wälzelementen **36, 36** ..., die in eine Laufbahnnut **33** eingebaut sind, die zwischen dem Innendurchmesser eines Laufrings (Außenring) **31** und dem Außendurchmesser eines Laufrings (Innenring) **32** ausgebildet ist.

[0403] Die Laufringe **31** und **32** können jeder aus einem Stück oder jede oder beide der Laufringe **31** und **32** können in zwei Teile axial an irgendeiner gewünschten Position in Breitenrichtung geteilt sein und in ein Teil mit einer Schraube, einem Niet usw. montiert sein.

[0404] Die Laufbahnnut **33** ist aus Laufbahnflächen **34** und **35** gebildet, von denen jede einen größeren Radius hat als der Radius des Wälzelements **36**. Die Laufbahnfläche **34, 35** der Laufbahnnut **33** zumindest eines der Laufringe **31** und **32** wird aus zwei Laufbahnflächen **34a** und **34b, 35a** und **35b** gebildet, von denen jeder einen größeren Radius hat, als der Radi-

us des Wälzelements **36**.

[0405] Jede Laufbahnfläche **34** (**34a** und **34b**), **35** (**35a** und **35b**) können irgendeine Form haben, wie z.B. einen Bogen oder V im Querschnitt und können wie eine Kurve, eine Linie oder dergleichen geformt sein und ist nicht beschränkt, wenn es eine Form hat, die geeignet ist zum Abwälzen des Wälzelements **36**. Zum Beispiel wird ein gotischer Bogen usw., der aus sowohl kreisförmigen Bögen mit Kreismittelpunkten gebildet ist, die wie ein Kreuz positioniert sind, angewendet.

[0406] Ein Hinterschliff ist an dem Schnittpunkt der Laufbahnflächen zum Erleichtern des Schleifens ausgebildet, wobei aber eine Laufbahnnut, die so geformt ist wie eine kontinuierliche Ellipse, auch ausgebildet werden kann ohne Ausbilden des Hinterschliffs.

[0407] Das Wälzelement **36** hat eine beliebige Form und hat einen Außendurchmesser **36a** als eine Wälzkontaktfläche, die eine Krümmung in der Axialrichtung hat, und hat einen kleineren Radius als der Radius der Laufbahnfläche **34** (**34a** und **34b**), **35** (**35a** und **35b**). Die benachbarten Wälzelemente **36** sind wie ein Kreuz abwechselnd positioniert, und der Außendurchmesser **36a** jedes Wälzelements **36** ist immer in Kontakt mit einem Punkt auf der Laufbahnfläche **34** (**34a** und **34b**) des einen Laufrings **31** und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **35** (**35a** und **35b**) des anderen Laufrings **32**.

[0408] Zum Beispiel ist das Wälzelement **36** eine Kugel, die an der Oberseite und der Unterseite mit einem Schnitt geformt ist, die ein Paar gegenüberliegender Flächen **36b** und **36b** hat (ist von einer Struktur, bei der die oberen und unteren Teile der Kugel weggeschnitten sind, um die gegenüberliegenden Flächen **36b** und **36b** zu bilden). Die Wälzelemente **36**, **36** ..., sind so eingebaut, dass die Rotationsmittelachsen **36c** senkrecht zu den gegenüberliegenden Flächen **36b** und **36b** sich einander kreuzen, und der Außendurchmesser **36a** jedes Wälzelements **36** ist immer in Kontakt mit einem Punkt auf der Laufbahnfläche **34** (oder **34a** und **34b**) des einen Laufrings **31** und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **35** (**35a** und **35b**) des anderen Laufrings **32**.

[0409] Die Schnittbreiten an Oberseite und Unterseite des Wälzelements **36** sind nicht beschränkt, und der Schnittprozentsatz an der Oberseite und Unterseite kann gleich sein oder kann ungleich sein und kann wie gewünscht ausgewählt werden. Das heißt, die gegenüberliegenden Flächen **36b** und **36b** des Wälzelements **36** können symmetrisch oder asymmetrisch sein.

[0410] Die ganze Form des Wälzelements **36**, das Vorhandensein oder die Abwesenheit der gegenüberliegenden Flächen **36b** und **36b**, die Größe der Krümmung in der Axialrichtung des Außendurchmessers **36** und dergleichen sind nicht auf die spezifischen Formen beschränkt, die oben beschrieben wurden, und können wie gewünscht verändert werden. Das heißt, z.B. kann das Wälzelement beide

Fläche in nicht-paralleler Weise umfassen anstatt der gegenüberliegenden Flächen **36b** und **36b** und kann eine Rotationsmittelachse **36c** haben, die senkrecht zu beiden der Flächen ist.

[0411] Die Wälzelemente **36**, **36** ..., sind so eingebaut, dass die Rotationsmittelachsen **36c** und **36c** senkrecht zu den Ebenen **36b** und **36b**, **36b** und **36b** bei den angrenzenden Wälzelementen **36** und **36** sich einander abwechselnd kreuzen, und der Kreuzungszustand kann orthogonal oder kann auch nicht orthogonal sein.

[0412] Die Art und Weise, in welcher die Wälzelemente **36** wie ein Kreuz positioniert sind, ist nicht beschränkt, wenn nur die Anzahl der Wälzelemente die gleiche ist, wie jene der Wälzelemente, die die Wälzelemente kreuzen. Das heißt, die Wälzelemente **36** können wie ein Kreuz platziert sein oder können platziert sein wie ein Kreuz alle zwei Wälzelemente oder können platziert sein wie ein Kreuz in einer solchen Weise von zwei Wälzelementen, einem Wälzelement, einem Wälzelement, zwei Wälzelementen, wenn nur die Anzahl der Wälzelemente die gleiche ist, wie jene der Wälzelemente, die die Wälzelemente kreuzen.

[0413] Die Bewegung jedes Wälzelementes **36**, **36** wird durch einen Käfig **37** oder einen Abstandshalter (Distanzstück) **39** geführt.

[0414] Der Käfig **37** oder der Abstandshalter (Distanzstück) **39** ist nicht beschränkt, wenn er (es) von einer Form ist, die eine Aussparung **38** zum Zurückhalten und Führen der Wälzelemente **36** oder Nuten **40** und **40** aufweist; wobei die Form wie gewünscht ausgewählt oder verändert werden kann.

[0415] Die Führungsart des Käfigs **37** ist nicht beschränkt und kann eine Innenringführung, eine Außenringführung oder eine Wälzelementführung sein. Der Aufbau, die Form und dergleichen des Käfigs **37** sind nicht beschränkt; z.B. kann der Käfig **37** ein einstückiger Typ sein oder kann aus verschiedenen Teilen gebildet sein.

[0416] Zum Beispiel ist der Käfig **37** so aufgebaut, dass so viele Aussparungen **38** wie die Anzahl der Wälzelemente **36** vorhanden sind, wobei die benachbarten Wälzelemente **36**, **36** so eingebaut werden können, dass die Rotationsmittelachsen **36c** und **36c**, die sich abwechselnd einander kreuzen, mit einem gleichen Abstand wie ein Kreuz abwechselnd auf den Umfang eines ringförmigen Rings positioniert sind.

[0417] Beide Seiten **38a** und **38b** jeder Aussparung **38** sind parallel zueinander, sind weder senkrecht noch parallel zu der Rotationsachse des Lagers und sind nicht mit einem konstanten Winkel (Schräge) mit einem gleichen Niveau zum Kontaktwinkel des Wälzelementes **36** ausgebildet.

[0418] Der Abstand zwischen beiden Seiten **38a** und **38b** jeder Tasche **38** in der Axialrichtung derselben ist geringfügig größer gemacht, als die Breite des Wälzelements **36**.

[0419] Die gesamte Form der Aussparung **38** ist

nicht beschränkt, wenn die Aussparung **38** beide parallele Seiten **38a** und **38b** hat, von denen jede wie eine Schräge geformt ist und der Abstand zwischen beiden Seiten **38a** und **38b** geringfügig größer ausgebildet ist als die Breite des Wälzelements **36**; wobei die gesamte Form der Aussparung **38** verändert werden kann.

[0420] Bei der Ausführungsform werden so viele Aussparungen **38** ... wie die Anzahl der Wälzelemente **36** ... mit einem gleichen Abstand und wie ein Kreuz abwechselnd auf dem Umfang positioniert. Die Aussparungen **38** ... können wie ein Kreuz alle zwei Aussparungen positioniert sein oder können wie ein Kreuz in einer solchen Weise von zwei Aussparungen, einer Aussparung, einer Aussparung, zwei Aussparungen positioniert sein, wenn die Anzahl der Aussparungen die gleiche ist, wie die der Aussparungen, die die Aussparungen kreuzen.

[0421] Es besteht die Möglichkeit, dass ein Spinbewegung oder ein Schräglauf bei dem Wälzelement, das sich dreht, auftreten kann wegen der Effekte verschiedener Faktoren, und wenn die Stellung des Wälzelementes nicht gut gesteuert werden kann, besteht die Möglichkeit, dass der Rotationswiderstand des Lagers groß wird oder dass es unmöglich wird, eine gleichförmige Drehung zu schaffen.

[0422] Daher umfasst entsprechend der Ausführungsform jede Aussparung **38** des Käfigs **37** die beiden parallelen Seiten **38a** und **38b**, die nahezu gleich mit dem konstanten Winkel mit dem gleichen Niveau zum Kontaktwinkel der Wälzelemente **36** ausgeführt sind und die Lageänderung des Wälzelements **36**, die durch eine Spinbewegung, einen Schräglauf usw. des Wälzelementes bewirkt wird, kann durch beide Seiten **38a** und **38b** zum Beibehalten der Stellung des Lagers unterdrückt werden, so dass ein niedriges Drehmoment des Lagers geschaffen werden kann.

[0423] Der Abstandshalter **39** ist mit einem kleineren Durchmesser geformt als der Durchmesser des Wälzelements **36** und ist mit konkaven kreisförmigen Bogennuten **40** und **40** wie ein Kreuz in gegenüberliegenden Flächen **41** und **41** zum Beibehalten der benachbarten zurückgehaltenen Wälzelemente **36** und **36** ausgebildet, so dass die Rotationsmittelachsen **36c** und **36c** senkrecht zu den gegenüberliegenden Flächen **36b** und **36b**, **36b** und **36b** sich einander kreuzen, wie oben beschrieben wurde.

[0424] Der Krümmungsradius der kreisförmigen Bogennut **10** kann grob der gleiche sein oder größer sein als der Krümmungsradius des Außendurchmessers **36a** des Wälzelements **36** sein; und kann beliebig sein.

[0425] Wenn die Abstandshalter **39** auf diese Weise verwendet werden, kann das gesamte Lager kompakt sein.

[0426] Der Zustand, in welchem eine Vorbelastung zwischen das Wälzelement und der Laufbahnfläche erteilt wird, ist nicht beschränkt, nämlich, es kann eine Vorbelastung erteilt werden oder kann keine Vorbelastung erteilt werden beim Herstellungszu-

stand, wobei die Erteilung einer Vorbelastung und keine Erteilung einer Vorbelastung im Herstellungszustand in dem Geist und Schutzzumfang der Erfindung liegen.

[0427] Normalerweise wird ein Lagerstahl als Material der Laufringe **31** und **32** und der Wälzelemente **35** verwendet, wobei aber eine korrosionsverhindernde Beschichtung, rostfreier Stahl, wärmebeständiger Stahl, wie z.B. M50, Keramik und dergleichen geeignet ausgewählt sind, und die Materialien sind nicht beschränkt, um den Korrosionswiderstand und die Wärmebeständigkeit im Ansprechen auf die Verwendungsumgebung zu verbessern.

[0428] Da ein maschinell hergestellter Käfig, ein Presskäfig, ein Kunststoffkäfig oder dergleichen als das Material des Käfigs **37** geeignet ausgewählt ist, z.B. Messingmetall, Eisen usw. oder Kunststoff, wie z.B. Polyamid **66** (Nylon) oder Polyphenylsulfid (PPS).

[0429] Fig. 64 zeigt eine Form eines Wälzelements **36'** mit entgegengesetzten Flächen, die asymmetrisch sind. Das Wälzelement **36'** der Ausführungsform wird besonders für eine Hochgeschwindigkeits-Rotation verwendet.

[0430] Das Wälzelement **36'** ist ein Wälzelement (eine Kugel, die an zwei Seiten mit einem Schnitt geformt ist) **36'**, die asymmetrisch entgegengesetzte Flächen **36b'** und **36d'** hat und so positioniert ist, dass das größere Ende **36d'** der entgegengesetzten Flächen **36b'** und **36d'** zu dem Innenring **32** des Lagers gerichtet ist, wodurch die Rotation des Wälzelementes **36'** stabiler wird und ein niedrigeres Drehmoment geschaffen werden kann. Die Bezugszahl **36a'** bezeichnet einen Außendurchmesser, und die Bezugszahl **36d'** bezeichnet eine Rotationsmittelachse.

[0431] Andere Komponente und Vorteile sind die gleichen wie jene des Wälzelements **36**, das oben beschrieben wurde, und wird nicht wieder erläutert.

[0432] Der Zwischenraum in dem Lager kann klein eingestellt sein oder negativ (minus) eingestellt sein, wie erforderlich. Entsprechenderweise kann eine höhere Drehmomentfestigkeit des Lagers geschaffen werden.

[0433] Die Bezugszahl **44** in der Figur bezeichnet eine Dichtungsplatte. Als die Dichtungsplatte **44** wird irgendeine Kontaktdichtung, eine kontaktlose Dichtung oder eine Kontaktabschirmung verwendet, und die Form der Dichtungsplatte **44** ist nicht beschränkt, und eine Dichtungsplatte einer bekannten Form wird geeigneterweise ausgewählt.

[0434] Die Bezugszahl **44a** in der Figur bezeichnet eine Dichtungsfläche der Dichtungsplatte **44** (hermetische Dichtungsfläche), die in einen innigen Kontakt mit den Innenboden einer Innenringdichtungsnut **32a** kommt.

[0435] Die Positionierweise der Dichtungsplatte **44** ist nicht beschränkt, und die Dichtungsplatte **44** kann auf beiden Seiten oder einer einzelnen Seite, wie erforderlich, positioniert sein. Die Dichtungsfläche kann auf der Außenringseite oder der Innenringseite sein.

[0436] Die Form der Dichtung, wie z.B. eine Lippenform, ist nicht beschränkt, und Linienkontakt und Flächenkontakt mit der Dichtungsfläche sind möglich.

[0437] Ob ein mit Kern versehener Stab existiert, kann als gewünscht bestimmt werden, und der Typ, der einen mit Kern versehenen Stab aufweist, und der Typ der einen Stab ohne Kern hat, kann auf geeignete Weise, wie erforderlich, verwendet werden.

[0438] Die Dichtungsnutstrukturen des Außenrings **31** und des Innenrings **32** sind jede nicht beschränkt, und können verändert werden, wenn immer es notwendig ist, ohne den Geist und den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

[0439] Das Vorhandensein oder die Abwesenheit der Dichtungsplatte **44** ist nicht beschränkt, und die Dichtungsplatte **44** kann installiert sein oder braucht nicht installiert sein, wie erforderlich; wobei das Installieren der Dichtungsplatte **44** und das Nichtinstallieren einer Dichtungsplatte **44** möglich ist.

[FORMEN]

[0440] Als nächstes werden spezifische Formen unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erläutert.

ERSTE FORM:

[0441] **Fig. 62** zeigt eine erste Form eines Wälzlagers des 17. Beispiels.

[0442] Jedes Wälzelement **36, 36** ist eine Kugel, die an Oberseite und Unterseite mit einem Schnitt geformt ist, die ein Paar entgegengesetzter Flächen **36b** und **36b** hat, wie in **Fig. 63** gezeigt ist, und das Wälzlager umfasst Außenringe **31** und **1**, die in zwei Teile geteilt sind, einen Innenring **32**, der in einem Stück ausgebildet ist und Laufbahnnuten **33** und **33**.

[0443] Eine Laufbahnnut **33** besteht aus zwei Laufbahnflächen **34a** und **34b**, von denen jede einen größeren Radius hat, als das Wälzelement **36**, und eine andere Laufbahnnut **33** ist aus einer Laufbahnfläche **35** hergestellt, die einen größeren Radius hat, als den des Wälzelements **36**, und die entgegengesetzten Flächen **36b** und **36b** des Wälzelements (Kugel, die zwei gegenüberliegenden Seiten mit einem Schnitt geformt ist) **36**, sind symmetrisch gemacht.

[0444] Die Wälzelemente **36, 36** sind so positioniert, dass die Rotationsmittelachsen **36c** und **36c** der Wälzelemente senkrecht zu den entgegengesetzten Flächen **36b** und **36b** sich einander abwechselnd kreuzen, und die Bewegung jedes Wälzelements **36, 36** wird durch eine Aussparung **38, 38** eines Käfigs **37** geführt.

[0445] In den Käfig **36** sind so viele Aussparungen **38** ... wie die Anzahl der Wälzelemente **36** ..., in welche die benachbarten Wälzelemente **36, 36** eingebaut werden können, so dass die Rotationsmittelachsen **36c** und **36c** senkrecht zu den entgegengesetzten Flächen **36b** und **36b, 36b** und **36b** sich einander abwechselnd kreuzen mit gleichem Abstand und wie

ein Kreuz abwechselnd auf dem Umfang eines ringförmigen Rings positioniert sind, wie oben beschrieben.

[0446] Deshalb kommt entsprechend der Außendurchmesser des Wälzelements **36** in Kontakt mit einem Punkt auf der Laufbahnfläche **34a** des Außenrings **31** und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **35** des Innenrings **32** (die Kontaktpunkte sind mit **42** und **42** bezeichnet, wobei die Außen- und Innenflächen zueinander weisen, und das benachbarte Wälzelement **36** kommt in Kontakt mit einem Punkt auf der Laufbahnfläche **34b** des Außenrings **31** und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **35** des Innenrings **32** (die Kontaktpunkte sind mit **43** und **43** bezeichnet).

[0447] Da die Wälzelemente **36** und **36** sich abwechselnd mit dem Kontaktwinkel kreuzen, kann ein Lager eine Radiallast, Axiallasten in beide Richtungen und ein Lastmoment aufnehmen.

[0448] Ein Wälzelement **36** ist in einem Punktkontakt nur mit einem Punkt auf der Laufbahnfläche **34a** (**42**) und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **35** (**42**), und ein anderes Wälzelement **36** ist in Punktkontakt nur mit einem Punkt auf der Laufbahnfläche **34b** (**43**) und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **35** (**43**), so dass eine große Spinbewegung bei dem Vierpunktkontakt-Kugellager vermieden werden kann.

[0449] Ferner ist die Art und Weise, in welcher das Wälzelement **36, 36** und der Außenring **31**, der Innenring **32** in Kontakt miteinander, die gleiche, wie die bei einem allgemeinen Kugellager, so dass der Wälzwiderstand klein ist und niedriges Drehmoment geschaffen werden kann, verglichen mit dem Kreuz-Rollenlager.

[18. BEISPIEL]

[0450] **Fig. 67** zeigt ein 18. Beispiel. Bei diesem hat ein Außenring **31** eine Laufbahnfläche, und ein Innenring **32** hat zwei Laufbahnflächen; der Außenring **31** ist ein einstückiger Typ und der Innenring **32** ist ein Zweiteilungstyp.

[0451] Andere Komponenten und Vorteile sind die gleichen, wie jene bei dem ersten Beispiel.

[19. BEISPIEL]

[0452] **Fig. 68** zeigt ein 19. Beispiel. Ein Außenring **31** hat zwei Laufbahnflächen **31a** und **31b**, und ein Innenring **32** hat zwei Laufbahnflächen **32a** und **32b**; der Außenring **31** ist vom Zweiteilungstyp und der Innenring **32** ist ein Einstücktyp.

[0453] Andere Komponenten und Vorteile sind gleich zu jenen bei dem ersten Beispiel.

[0454] Jeder vom Außenring **31** und Innenring **32** kann aus zwei Laufringen bestehen, wie in dem Beispiel, und der Außenring **31** kann vom Einstücktyp und der Innenring **32** kann vom Zweiteilungstyp sein oder sowohl der Außenring **31** als auch der Innenring **32** können vom Zweiteilungstyp sein.

[0455] Zwischen dem Außenring und dem Innenring

sind die Wälzelemente so positioniert, dass sie abwechselnd auf dem Umfang aufeinander kreuzen, so dass ein Lager eine Radiallast, Axiallasten in beide Richtungen und ein Lastmoment aufnehmen kann. Da jedes Wälzelement immer in Kontakt nur mit zwei Punkten auf dem Außen- und Innenring ist, wird der Schlupf, der durch eine große Spinbewegung bei dem Vierpunktkontakt-Kugellager bewirkt wird oder dem Dreipunktkontakt-Kugellager bewirkt wird klein, und das Spinverschleißwiderstandsverhalten kann verbessert werden.

[0456] Da der Lagerzwischenraum klein oder negativ eingestellt werden kann, wie erforderlich, kann eine hohe Drehmomentfestigkeit vorgesehen werden. Ferner ist das Wälzelement eine Kugel, und das Wälzelement und der Laufring kommen in einen Punktkontakt miteinander, so dass der Wälzwiderstand klein ist und ein niedriges Drehmoment verglichen mit dem Kreuz-Rollenlager geschaffen werden kann. Demzufolge kann die gesamte Vorrichtung kompakt, im Gewicht vermindert und in der Lebensdauer verbessert werden, und die Kosten können auch vermindert werden.

[20. BEISPIEL]

[0457] Das Wälzlager wird z.B. in einer korrodierend wirkenden atmosphärischen Umgebung mit hoher Feuchtigkeit, Sprühwasser, Unterwasser, Säure, Alkali, reaktivem Gas usw. in einer Fördereinrichtung, einer Nahrungsmittelmaschine, einer Reinigungsvorrichtung, einer Fischereimaschine, Chemieanlagen, einem medizinischen Gerät, einer Halbleiter/Flüssigkeitskristall-Herstellungsvorrichtung usw. verwendet, und der Korrosionswiderstand ist für das Wälzlager erforderlich.

[0458] Das Wälzlager umfasst eine Vielzahl von Wälzelementen **36**, **36** ..., die in eine Laufbahnnut **33** eingebaut sind, die zwischen den Innendurchmesser eines Laufrings (Außenring) **31** und dem Außendurchmesser eines Laufrings (Innenring) **32** ausgebildet ist.

[0459] Die Laufringe **31** und **32** können jeder ein Stück sein oder beide der Laufringe **31** und **32** können axial an irgendeiner gewünschten Position in Breitenrichtung in zwei Teile geteilt sein und in ein Stück mit einer Schraube, einem Niet usw. montiert werden. Wenn der Laufring in zwei Teile geteilt ist und ein Flanschteil existiert, kann der Flanschteil auch zum Fixieren des Laufrings, der in zwei Teile geteilt ist, befestigt sein. In diesem Fall sind die Form und der Aufbau des Flansches nicht beschränkt und die Axialabmessung des Flansches kann symmetrisch oder asymmetrisch sein und ist nicht beschränkt, und der Aufbau kann verändert werden. Um die Befestigungspositionsgenauigkeit des Flansches und des Teils zu verbessern, an welchem der Flansch befestigt wird, kann der Flansch mit einer Lochstruktur usw. ausgebildet sein.

[0460] Die Laufbahnnut **33** ist aus Laufbahnflächen

34 und **35** ausgebildet, von denen jeder einen größeren Radius hat als der Radius des Wälzelements **36**. Die Laufbahnflächen **34**, **35** der Laufbahnnut **33** von mindestens einem der Laufringe **31** und **32** ist aus zwei Laufbahnflächen **34a** und **34b**, **35a** und **35b** gebildet, von denen jede einen größeren Radius hat als der Radius des Wälzelementes **36**.

[0461] Jede Laufbahnfläche **34** (**34a** und **34b**), **35** (**35a** und **35b**) kann von irgendeiner Form sein, wie z.B. einem Bogen oder einem V im Querschnitt und kann wie eine Kurve, eine Linie oder dergleichen geformt sein und ist nicht begrenzt, wenn sie eine Form hat, die zum Abwälzen des Wälzelements **36** geeignet ist. Zum Beispiel wird ein gotischer Bogen usw., der aus zwei kreisförmigen Bögen mit Mittelpunkten, die wie ein Kreuz positioniert sind, ausgebildet ist, angewendet.

[0462] Ein Hinterschliff ist an dem Schnittpunkt der Laufbahnflächen – zum Erleichtern des Schleifens vorgesehen, wobei aber eine Laufbahnnut, die wie eine kontinuierliche Ellipse geformt ist, ohne Ausbilden des Hinterschliffs ausgebildet sein kann.

[0463] Das Wälzelement **36** ist von einer beliebigen Form und hat einen Außendurchmesser **36a** als eine Wälzkontaktfläche, die eine Krümmung in der Axialrichtung hat und einen kleineren Radius als der Radius der Laufbahnfläche **34** (**34a** und **34b**), **35** (**35a** und **35b**) ist. Die benachbarten Wälzelemente **36** sind wie ein Kreuz abwechselnd positioniert, und der Außendurchmesser **36a** jedes Wälzelements **36** ist immer in Kontakt mit einem Punkt auf der Laufbahnfläche **34** (**34a** und **34b**) des einen Laufrings **31** und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **35** (**35a** und **35b**) des anderen Laufrings **32**.

[0464] Zum Beispiel ist das Wälzelement **36**, das in Fig. 65 gezeigt ist, eine Kugel, die an zwei Seiten mit einem Schnitt ausgebildet ist und die ein Paar von Ebenen (entgegengesetzte Flächen) **36b** und **36b** aufweist (eine Struktur, bei der das Oberseiten- und Unterseiten der Kugel geschnitten ist, um Ebenen **36b** und **36b** zu bilden). Die Wälzelemente **36**, **36** ..., sind so eingebaut, dass die Rotationsmittelachsen **36c** sich senkrecht zu den Ebenen **36b** und **36b** einander kreuzen, und der Außendurchmesser **36a** jedes Wälzelements **36** ist immer in Kontakt mit einem Punkt auf der Laufbahnfläche **34** (**34a** und **34b**) des einen Laufrings **31** und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **35** (**34a** und **34b**) des anderen Laufrings **32**.

[0465] Die Schnittbreiten an der Oberseite und Unterseite des Wälzelements **36** sind nicht beschränkt, und der Schnittprozentatz der Oberseite und der Unterseite kann gleich oder kann ungleich sein und kann wie gewünscht ausgewählt werden, ohne den Geist und den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen. Das heißt, die entgegengesetzten Flächen **36b** und **36b** des Wälzelements **36** können symmetrisch oder asymmetrisch sein; wobei die symmetrisch entgegengesetzten Flächen und die asymmetrisch entgegengesetzten Flächen innerhalb des Geistes

und des Schutzzumfangs der Erfindung liegen.

[0466] **Fig. 64** zeigt ein Beispiel eines Wälzelements, das zwei Ebenen aufweist, welche asymmetrisch sind. Dieses wird besonders für eine Hochdrehzahl-Rotation verwendet.

[0467] Das Wälzelement **36'** der Ausführungsform hat asymmetrische Ebenen (entgegengesetzte Flächen) **36b'** und **36d'** und ist so positioniert, dass das große Ende **36d'** der Ebenen (der entgegengesetzten Flächen) **36b'** und **36d'** zu dem Innenring **32** des Lagers gerichtet ist, wobei die Rotation des Wälzelements **36'** stabiler wird und ein niedrigeres Drehmoment erzeugt werden kann. Die Bezugszahl **36a'** bezeichnet einen Außendurchmesser und die Bezugszahl **36c'** bezeichnet eine Rotationsmittelachse.

[0468] Andere Komponenten und Vorteile sind die gleichen, wie jene des Wälzelements **36'**, das unter Bezugnahme auf **Fig. 63** beschrieben wurde und nicht noch einmal erläutert wird.

[0469] Das Wälzelement **36** ist erfindungsgemäß wie eine Kugel geformt umfassend eine Ebene, die durch Abschneiden einer Seite der Kugel ausgebildet ist, wie in **Fig. 70** gezeigt ist.

[0470] Die gesamte Form des Wälzelements **36**, das Vorhandensein oder die Abwesenheit von entgegengesetzten Flächen **36b** und **36b** (**36d**), die Größe der Krümmung in der Axialrichtung am Außendurchmesser **36** und dergleichen sind nicht auf die spezifischen Formen beschränkt, die oben beschrieben wurden, und können wie gewünscht verändert werden. Das heißt, z.B. kann das Wälzelement zwei nicht-parallele zueinander befindliche Flächen umfassen anstatt der entgegengesetzten Flächen **36b** und **36b** und kann eine Rotationsmittelachse **36c** aufweisen, die senkrecht zu beiden Flächen ist.

[0471] Die Wälzelemente **36**, **36** ..., sind so eingebaut, dass die Rotationsmittelachsen **36c** und **36c**, die senkrecht zu den Ebenen **36b** und **36b**, **36b** und **36b** bei den benachbarten Wälzelementen **36** und **36** sich abwechselnd zueinander kreuzen, und der Kreuzungszustand kann orthogonal oder kann auch nicht orthogonal sein.

[0472] Die Art und Weise, in welcher die Wälzelemente **36** wie ein Kreuz positioniert sind, ist nicht beschränkt, wenn die Anzahl der Wälzelemente die gleiche ist wie die der Wälzelemente, die die Wälzelemente kreuzen. Das heißt, die Wälzelemente **36** können wie ein Kreuz jedes Wälzelement positioniert sein oder können wie ein Kreuz aller zwei Wälzelemente positioniert sein oder können wie ein Kreuz in einer solchen Weise positioniert sein von zwei Wälzelementen, einem Wälzelement, einem Wälzelement, zwei Wälzelementen **36**,..., wenn die Anzahl der Wälzelemente die gleiche ist, wie jene der Wälzelemente, die die Wälzelemente kreuzen; wobei jede Art und Weise im Geist und Schutzzumfang der Erfindung liegen.

[0473] Die Bewegung jedes Wälzelements **36**, **36** wird durch einen Käfig **37** oder einen Abstandshalter (Distanzstück) **39** geführt.

[0474] Der Käfig **37** oder der Abstandshalter (das Distanzstück) **39** ist nicht beschränkt, wenn es von einer Form ist, die eine Aussparung **38** zum Halten und Führen des Wälzelements **36** oder Nuten **40** und **40** aufweist; die Form kann wie gewünscht ausgewählt oder verändert werden.

[0475] Die Führungsart des Käfigs **37** ist nicht beschränkt und kann eine Innenringführung, eine Außenringführung oder eine Wälzelementführung sein.

[0476] Die Struktur, die Form und dergleichen des Käfigs **37** sind nicht beschränkt; z.B. kann der Käfig **37** ein Einstücktyp sein oder kann aus verschiedenen Teilen gebildet sein.

[0477] Das Material des Käfigs ist nicht beschränkt. Da ein maschinell bearbeiteter Käfig, ein Presskäfig, ein Harzkäfig oder dergleichen geeigneterweise ausgewählt ist, z.B. Messingmetall, Eisen, rostfreier Stahl usw. oder Kunstharz, wie z.B. Polyethylen-(PE-)Harz, Polypropylen-(PP-)Harz, Polyacetat-(POM-)Harz, Polyarylsulfid-Harz, das durch Polyphenylsulfid-(PPS-)Harz repräsentiert wird, Polyether-Ether-Keton (PEEK), Polyethernitril (PEN), aromatisches Polyimid (PI), thermoplastisches Polyimid (TPI), Polyamidimid (PAI), aromatisches Polyester (LCP) oder fluorinhaltiges Harz, ist ausgewählt innerhalb des Geistes und Schutzzumfangs der Erfindung.

[0478] Zum Beispiel ist der Käfig **37** so aufgebaut, dass so viele Aussparungen **38** ... wie die Anzahl der Wälzelemente **36** ... vorhanden sind, wobei die benachbarten Wälzelemente **36**, **36** so eingebaut werden können, dass die Rotationsmittelachsen **36c** und **36c** sich abwechselnd einander kreuzen und sind mit gleichem Abstand und wie ein Kreuz abwechselnd auf dem Umfang eines ringförmigen Rings positioniert.

[0479] Beide Seiten **38a** und **38b** jeder Aussparung **38** in Axialrichtung derselben sind parallel zueinander, sind weder senkrecht noch parallel zu der Rotationsachse des Lagers und sind mit einem konstanten Winkel (einer konstanten Schräge) mit einem gleichen Niveau zu dem Kontaktwinkel des Wälzelements **36** befindlich.

[0480] Der Abstand zwischen beiden Seiten **38a** und **38b** jeder Aussparung **38** in der Axialrichtung derselben ist geringfügig größer ausgeführt, als die Breite des Wälzelements **36**.

[0481] Die gesamte Form der Aussparung **38** ist nicht beschränkt, wenn beide parallelen Seiten **38a** und **38b** der Aussparung **38** wie eine Schräge geformt ist und der Abstand zwischen beiden Seiten **38a** und **38b** geringfügig größer ausgebildet ist, als die Breite des Wälzelements **36**; wobei die gesamte Form der Aussparung **38** verändert werden kann, ohne den Geist und den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

[0482] Es sind so viele Aussparungen **38** ... wie die Anzahl der Wälzelemente **36** ... vorhanden sind und sind mit gleichem Abstand und wie ein Kreuz abwechselnd auf dem Umfang positioniert. Die Aussparun-

gen **38** ... können wie ein Kreuz alle zwei Aussparungen oder können wie ein Kreuz in einer solchen Weise von zwei Aussparungen, einer Aussparung, einer Aussparung, zwei Aussparungen, ..., positioniert werden, wenn die Anzahl der Aussparungen die gleiche ist, wie die der Aussparungen, die die Aussparungen kreuzen.

[0483] Es besteht die Möglichkeit, dass eine Spinbewegung oder ein Schräglauf bei dem Wälzelement, das gedreht wird, auftritt wegen der Effekte verschiedener Faktoren, und wenn die Stellung des Wälzelements nicht gut gesteuert werden kann, besteht die Möglichkeit, dass der Rotationswiderstand des Lagers groß wird oder dass eine gleichmäßige Rotation unmöglich erzeugt werden kann.

[0484] Daher umfasst entsprechend der Ausführungsform jede Aussparung **38** des Käfigs **37** die beiden parallelen Seiten **38a** und **38b**, die als nahezu gleich ausgeführt sind wie der konstante Winkel an dem gleichen Niveau zu dem Kontaktwinkel des Wälzelements **36**, und die Lageänderung des Wälzelements **36**, die durch eine Spinbewegung, Schräglauf usw. des Wälzelements **36** bewirkt wird, kann durch beide Seiten **38a** und **38b** der Aussparung zum Beibehalten der Stellung des Lagers unterdrückt werden, so dass ein niedriges Drehmoment des Lagers erzeugt werden kann.

[0485] Der Abstandshalter **39**, der in **Fig. 66** gezeigt ist, ist wie ein kleinerer Durchmesser als der Durchmesser des Wälzelements **36** geformt und ist mit konkaven kreisförmigen Bogennuten **40** und **40** wie ein Kreuz in entgegengesetzten Flächen **41** und **41** zum Halten der benachbarten zurückgehaltenen Wälzelemente **36** und **36** ausgebildet, so dass die Rotationsmittelachsen **36c** und **36c** sich einander, wie oben beschrieben, kreuzen. Der Krümmungsradius der kreisförmigen Bogennut **40** kann grob gleichgemacht sein oder größer sein als der Krümmungsradius des Außendurchmessers **36a** des Wälzelements **36**; er kann beliebig sein.

[0486] Wenn die Abstandshalter **39** auf diese Weise verwendet werden, kann das gesamte Lager kompakt ausgeführt sein.

[0487] Der Zustand, in welchem eine Vorbelastung zwischen das Wälzelement und die Laufbahnfläche erteilt wird, ist nicht beschränkt, es kann nämlich eine Vorbelastung in der Herstellungsstufe erteilt werden oder nicht erteilt werden.

[0488] Der Zwischenraum in dem Lager kann klein oder negativ (minus), wie erforderlich, eingestellt sein. Entsprechenderweise kann eine höhere Drehmomentfestigkeit des Lagers geschaffen werden.

[0489] Die Bezugszahl **44** in der Figur bezeichnet eine Dichtungsplatte. Als Dichtungsplatte **44** wird eine Kontaktdichtung, eine kontaktlose Dichtung oder eine Kontaktabschirmung verwendet, und die Form der Dichtungsplatte **44** ist nicht beschränkt, wenn eine Dichtungsplatte einer bekannten Form wird geeigneterweise ausgewählt.

[0490] Die Bezugszahl **44a** in der Figur bezeichnet

eine Dichtungsfläche der Dichtungsplatte **44** (hermetische Dichtungsfläche), die in innigen Kontakt mit dem Innenboden einer Innenring-Dichtungsnut kommt. Das Material der Dichtung oder der Abschirmung ist nicht beschränkt; bevorzugterweise ist es Nitrilgummi oder rostfreier Stahl.

[0491] Die Positionierungsart der Dichtungsplatte ist nicht beschränkt, und die Dichtungsplatte **44** kann auf beiden Seiten oder einer einzelnen Seite, wie erforderlich positioniert sein; wobei das Positionieren der Dichtungsplatte **44** auf beiden Seiten und das Positionieren der Dichtungsplatte **44** auf einer Seite in den Geist und den Schutzzumfang der Erfindung liegen. Die Dichtungsfläche kann auf einer Außenringseite oder der Innenringseite sein.

[0492] Die Form der Dichtung, wie z.B. eine Lippenform, ist nicht beschränkt, und ein Linienkontakt mit der Dichtungsfläche und ein Flächenkontakt mit der Dichtungsfläche ist möglich.

[0493] Ob ein mit Kern versehener Stab existiert, kann als gewünscht bestimmt werden, und der Typ, der einen mit Kern versehenen Stab aufweist, und der Typ, der einen Stab ohne Kern aufweist, können auf geeignete Weise, wie erforderlich, verwendet werden.

[0494] Die Dichtungsnutstrukturen des Außenrings **31** und des Innenrings **32** sind jede nicht beschränkt und können verändert werden, wenn immer es notwendig ist.

[0495] Das Vorhandensein oder die Abwesenheit der Dichtungsplatte **44** ist nicht beschränkt, und die Dichtungsplatte **44** kann installiert werden oder kann nicht installiert werden, wie erforderlich; wobei das Installieren der Dichtungsplatte **44** und kein Installieren der Dichtungsplatte **44** im Geist und Schutzzumfang der Erfindung liegen.

[0496] Bei der Erfindung wird rostfreier Stahl, Keramik, Harz usw. als das Material von allen oder zumindest einem der drei Elemente des Laufrings (Außenrings) **31**, des Laufrings (Innenrings) **32** und der Wälzelemente **36** verwendet werden, oder eine korrosionshemmende Beschichtungsbehandlung wird auf den Flächen von allem oder zumindest einem der drei Elemente des Außenrings **31**, des Innenrings **32** und der Wälzelemente **36** ausgeführt, was von der Umgebungsverwendung abhängt (korrodierender atmosphärischer Umgebung).

[0497] Der "rostfreie Stahl" ist nicht beschränkt und kann aus austenitischer rostfreier Stahl, martensitischer rostfreier Stahl oder zur Familie des ausscheidungsgehärteten rostfreien Stahls gehören und kann verändert werden.

[0498] Der Typ "keramischen Materials" ist nicht beschränkt, und keramisches Material für die Struktur, wie z.B. die Aluminiumoxidfamilie, Zirkoniumoxidfamilie, Siliziumnitridfamilie oder Siliziumcarbidgefamilie kann ausgewählt werden.

[0499] Das Grundmaterial der "korrosionshemmenden Beschichtung" ist nicht beschränkt; z.B. wird auf geeignete Weise Lagerstahl, aufgekohlter Stahl, rost-

freier Stahl, Keramik usw. ausgewählt. Die "korrosionshemmende Beschichtung" ist nicht beschränkt; z.B. ist ein weiches Metall, wie z.B. Gold, Silber oder Blei oder eine geschichtete Verbindung, wie z.B. Molybdendisulfid oder Wolframdisulfid, Graphit, Fluorharz, wie z.B. Polytetrafluoroethylen, Hartverchromung, elektroloses Vernickeln, Niedrigtemperatur-Chromfluoridbeschichtung, Keramikbeschichtung usw. auf geeignete Weise ausgewählt. Ferner kann die korrosionshemmende Beschichtung eine einzelne Beschichtung oder eine Verbundbeschichtung sein.

[0500] Das "Harzmaterial" ist nicht beschränkt; bevorzugter Weise ist es Polyethylen-(PE-)Harz, Polypropylen-(PP-)Harz, Polyacetat-(POM-)Harz, Polyarylsulfid-Harz, das durch Polyphenylsulfid-(PPS-)Harz repräsentiert wird, Polyether-Ether-Keton (PEEK), Polyethernitride (PEN), aromatisches Polyimid (PI), -thermoplastisches Polyimid (TPI), Polyamidimid (PAI), aromatisches Polyester (LCP) oder fluorhaltiges Harz. Das fluorhaltige Harz ist nicht beschränkt; Tetrafluoroethylen-Perfluoroalkyl-Ether-Copolymer (PFA), Tetrafluoroethylen-Ethylen-Copolymer (ETFE), Polyvinyliden-Fluorid (PVDF), Tetrafluoroethylen-Hexafluorpropylen-Copolymer (FEP), Polychlorotrifluoroethylen (PCTFE), Chlorotrifluoroethylenethylen-Copolymer (ECTFE) usw. können benannt werden.

[0501] Ein Faserstreckmittel kann mit dem Harz vermischt werden, um die mechanische Festigkeit, die Wärmebeständigkeit und die Abmessungsstabilität usw. zu verbessern. Das Faserstreckmittel ist nicht beschränkt; Borsäure-Aluminium-Whisker, Kaliumtitanatwhisker, Kohlenstoffwhisker, Aramidfasern, aromatische Polyimid-fasern, Flüssigkristall-Polyester-fasern, Graphitwhisker, Glasfasern, Kohlenstofffasern, Borfasern, Siliziumcarbidwhisker, Siliziumnitridwhisker, Aluminiumwhisker, Aluminiumnitridwhisker, Wollastonit usw. können benannt werden. Verschiedene Zusätze können vermischt werden.

[0502] Zum Beispiel kann ein Antioxidationsmittel, ein Wärmestabilisator, ein Ultraviolettabsorptionsmittel, ein Lichtschutzmittel, ein feuerhemmendes Mittel, ein chemisches Mittel zur Entfernung elektrischer Ladungen, ein Fließfähigkeitsverbesserungsmittel, ein Mittel zur Erteilung inkohärenter Eigenschaften, ein Kristallisationsbeschleunigungsmittel, ein Kernvergrößerungsmittel, Pigment, Farbstoff, usw. benannt werden.

[0503] Als nächstes werden Beispiele erläutert basierend auf der spezifischen Ausführungsform, die in Fig. 69 gezeigt ist. Lager, die in den Beispielen 1 bis 9 gezeigt sind, haben die folgende gemeinsame Basisstruktur:

Als erstes ist jedes der Lager in den Beispielen grundlegend aus einem Laufring (Außenring) **31**, einem Laufring (Innenring) **32** und Wälzelementen (Kugeln, von denen jede an der Oberseite und Unterseite mit einem Schnitt geformt ist) **36** gebildet. Der Laufring (Außenring) **31** hat eine Laufbahnnut **33**, die aus zwei Laufbahnflächen **34a** und **34b** besteht, von de-

nen jede einen größeren Radius hat als den Radius des Wälzelementes **36**, das in Fig. 69 gezeigt ist, hat, wobei der Laufring (Innenring) **32** eine Laufbahnnut **33** hat, die aus zwei Laufbahnflächen **35a** und **35b** besteht, von denen jede einen größeren Radius als den Radius des Wälzelementes **36**, das in Fig. 69 gezeigt ist, hat, und die Form des Wälzelementes (eine Kugel, die an der Oberseite und der Unterseite mit einem Schnitt geformt ist) **36**, die in Fig. 63 gezeigt ist, mit Ebenen (entgegengesetzte Flächen) **36b** und **36b**, die symmetrisch sind, wird übernommen.

[0504] Die Wälzelemente sind so positioniert, dass Rotationsmittelachsen **36c** und **36c** der Wälzelemente sich senkrecht zu den Ebenen (entgegengesetzten Flächen) **36b** und **36b** einander kreuzen und die Bewegung jedes Wälzelementes **36**, **36** wird durch eine Aussparung **38**, **38** eines Käfigs **37**, der in Fig. 65 gezeigt ist, geführt.

[0505] Bei dem Käfig **37** sind so viele Aussparungen **38** ... wie die Anzahl der Wälzelemente **36** ... vorhanden, in welchen die benachbarten Wälzelemente so eingebaut werden können, dass die Rotationsmittelachsen **36c** und **36c** sich abwechselnd einander kreuzen und sind mit einem gleichen Abstand und wie ein Kreuz abwechseln auf dem Umfang eines ringförmigen Rings positioniert, wie oben beschrieben.

BEISPIEL 1:

[0506] Beim Beispiel 1 sind ein Außenring **31**, ein Innenring **32** und Wälzelemente **36** alle aus rostfreiem Stahlmaterial gebildet.

Außen- und Innenringe: martensitischer rostfreier Stahl

Käfig: Harz

Schmiermittel: Fett der Lithiumfamilie

Dichtungsplatte: Kontaktgummidichtung, die aus Nitrilgummi hergestellt ist

Korrodiierend wirkende Umgebung, in welchem das Lager verwendet wird: das Lager wird in einer stark feuchten Umgebung verwendet.

[0507] Merkmal: entsprechend dem Beispiel kann ein Korrosionswiderstand, der hervorragender ist als der eines Lagers, der Lagerstahl verwendet, geschaffen werden.

BEISPIEL 2:

[0508] Beim Beispiel 2 sind der Außenring **31** und der Innenring **32** aus rostfreiem Stahlmaterial gebildet, und die Wälzelemente **36** sind aus einem keramischen Material gebildet.

Außen- und Innenringe: martensitischer rostfreier Stahl

Wälzelemente: Keramik der Siliziumnitridfamilie

Käfig: Fluorharz

Schmiermittel: wasserbeständiges Fett

Dichtungsplatte: Abschirmung, die aus rostfreiem Stahl (kontaktfreie Dichtungsplatte) hergestellt ist

Korrodiierende Umgebung, in welchem das Lager verwendet wird: das Lager wird in einer stark feuchten, Wassersprüh- und Unterwasserumgebung verwendet.

[0509] Merkmal: entsprechend dem Beispiel hat, während das Lager einen Korrosionswiderstand hat, eine längere Lebensdauer als das Lager im Beispiel 1 in einer Wasserumgebung.

BEISPIEL 3:

[0510] Im Beispiel 3 sind der Außenring **31** und der Innenring **32** aus keramischem Material gebildet und die Wälzelemente **36** sind aus einem rostfreien Stahlmaterial gebildet.

Außen- und Innenringe: Keramik der Siliziumnitridfamilie

Wälzelemente: martensitischer rostfreier Stahl

Käfig: Fluorharz

Schmiermittel: wasserbeständiges Fett

Dichtungsplatte: Abschirmung, die aus einem rostfreien Stahl hergestellt ist (kontaktlose Dichtungsplatte)

Korrodiierendwirkende Umgebung, in welchem das Lager verwendet wird: das Lager wird in einer stark feuchten, Wassersprüh- und Unterwasserumgebung verwendet.

[0511] Merkmal: entsprechend dem Beispiel hat, während das Lager einen Korrosionswiderstand hat, eine längere Lebensdauer als das Lager im Beispiel 1 in einer Wasserumgebung.

BEISPIEL 4:

[0512] Beim Beispiel 4 sind der Außenring **31** und der Innenring **32** aus rostfreiem Stahlmaterial gebildet und die Wälzelemente **36** sind aus Keramikmaterial gebildet.

Außen- und Innenringe: rostfreier Stahl der Familie des Ausscheidungshärtens

Wälzelemente: Keramik der Siliziumnitridfamilie

Käfig: Fluorharz

Schmiermittel: Festschmierstoff

Dichtungsplatte: Abschirmung, die aus rostfreiem Stahl hergestellt ist (kontaktlose Dichtungsplatte)

Korrodiierendwirkende Umgebung, in welcher das Lager verwendet wird: das Lager wird in einer stark feuchten, Wassersprüh-, Unterwasser- und Schwachsäureumgebungen verwendet.

[0513] Merkmal: entsprechend dem Beispiel hat das Lager einen höheren Korrosionswiderstand als das Lager, das aus martensitischem rostfreiem Stahl gebildet ist. Bevorzugter Weise wird das Lager in dem Beispiel für eine geringe Last verwendet, obwohl die Verwendung des Lagers nicht beschränkt ist.

BEISPIEL 5:

[0514] Beispiel 5 stellt ein Lager mit einer korrosionsverhindernden Beschichtung dar, wobei der Au-

ßenring **31** und der Innenring **32** mit einer korrosionsverhindernden Beschichtung bedeckt sind und die Wälzelemente aus rostfreiem Stahlmaterial gebildet sind.

Außen- und Innenringe: rostfreier Stahl + Niedrigtemperatur-Chromfluorid-Beschichtung

Wälzelemente: rostfreier Stahl

Käfig: Fluorharz

Schmiermittel: wasserbeständiges Fett

Dichtungsplatte: Abschirmung, die aus Nitrilgummi hergestellt ist (Kontakt-dichtungsplatte)

Korrodiierendwirkende Umgebung, in welcher das Lager verwendet wird: das Lager wird in einer stark feuchten, Wassersprüh-Unterwasser- und Schwachsäure-Umgebung verwendet.

[0515] Merkmal: entsprechend dem Beispiel hat das Lager einen höheren Korrosionswiderstand und eine hervorragendere Lebensdauer als das Lager vom Beispiel 1 in den Umgebungen vom Wasser, Schwachsäure usw.

BEISPIEL 6:

[0516] Beispiel 6 sieht ein Lager vor mit einer korrosionsverhindernden Beschichtung, wobei die korrosionsverhindernde Beschichtungsbehandlung für alle vom Außenring **31**, Innenring **32** und Wälzelementen **36** durchgeführt wird.

Außen- und Innenringe: martensitischer rostfreier Stahl + Nickellegierungsbeschichtung

Wälzelemente: martensitischer rostfreier Stahl + Nickellegierungsbeschichtung

Käfig: Fluorharz

Schmiermittel: wasserbeständiges Fett

Dichtungsplatte: Abschirmung, die aus rostfreiem Stahl hergestellt ist (kontaktlose Dichtungsplatte)

Korrodiierendwirkende Umgebung, in welcher das Lager verwendet wird: das Lager wird in einer stark feuchten, Wassersprüh-Unterwasser-, Schwachsäure-, chemischen und Alkali-Umgebung verwendet.

[0517] Merkmal: entsprechend dem Beispiel hat das Lager einen höheren Korrosionswiderstand und eine größere Härte als das Lager, das martensitischem rostfreien Stahl und Hartverchromung verwendet.

BEISPIEL 7:

[0518] Beim Beispiel 7 sind alle, der Außenring **31**, der Innenring **32** und die Wälzelemente **36** aus keramischem Material gebildet. In dem Beispiel wird keine Dichtungsplatte verwendet.

Außen- und Innenringe: Keramik der Aluminiumoxidfamilie

Wälzelemente: Siliziumnitridkeramik

Käfig: Fluorharz

Schmiermittel: Festschmierstoff

Korrodiierendwirkende Umgebung, in welcher das Lager verwendet wird: das Lager wird in einer stark feuchten, Wassersprüh-, Unterwasser-, Schwach-

säure und Alkaliumgebung verwendet.

[0519] Merkmal: entsprechend dem Beispiel hat das Lager eine längere Lebensdauer als das Lager im Beispiel 1 oder 2. Der Vorteil, dass Keramik der Aluminiumoxidfamilie preiswerter ist als andere Keramiken, wird auch geschaffen.

BEISPIEL 8:

[0520] Beim Beispiel 8 sind alle, der Außenring **31**, der Innenring **32** und die Wälzelemente **36** aus Keramikmaterial gebildet. In dem Beispiel wird keine Dichtungsplatte verwendet.

Außen- und Innenringe: Keramik der Siliziumcarbidfamilie

Wälzelemente: Keramik der Siliziumcarbidfamilie

Käfig: Fluorharz

Schmiermittel: Festschmierstoff

Korrodiierendwirkende Umgebung, in welcher das Lager verwendet wird: das Lager wird in einer stark feuchten, Wassersprüh-Unterwasser-, Schwachsäure-, Starksäure-, Starkalkali- und Reaktivgas-Umgebung verwendet.

[0521] Merkmal: in dem Beispiel haben die Keramikmaterialien, die für die Außen- und Innenringe und die Wälzelemente verwendet werden, einen höheren Korrosionswiderstand, als andere Keramikmaterialien, so dass das Lager bei dem Beispiel eine längere Lebensdauer hat, sogar bei einer Starksäure-Umgebung.

BEISPIEL 9:

[0522] Beim Beispiel 9 sind der Außenring **31** und der Innenring **32** aus Harzmaterial gebildet, und die Wälzelemente **36** sind aus Keramikmaterial gebildet.

Außen- und Innenringe: Fluorharz

Wälzelemente: Keramik

Käfig: Fluorharz

Schmiermittel: Festschmierstoff

Korrodiierendwirkende Umgebung, in welcher das Lager verwendet wird: das Lager wird in einer stark feuchten, Wassersprüh-Unterwasser-, Schwachsäure-, Starksäure-Starkalkali- und Reaktivgas-Umgebung verwendet.

[0523] Merkmal: entsprechend dem Beispiel hat das Lager eine höhere Lebensdauer als das Lager vom Beispiel 1 bei einer geringen Last. Es hat auch einen Korrosionswiderstand, der gleich zu dem Lager ist, das Keramikmaterial für den Außen- und Innenring verwendet. Das Lager bei dem Beispiel hat auch niedrige Kosten.

[0524] Daher kommt entsprechend den Beispielen der Außendurchmesser **36a** des Wälzelements **36** in Kontakt mit einem Punkt auf der Laufbahnfläche **34a** des Außenrings **31** und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **35b** des Innenrings **32** (die Kontaktpunkte sind mit **42** und **42** bezeichnet), die Außen- und Innenringe weisen zueinander, und die benachbarten Wälzelemente **36** kommen in Kontakt mit einem

Punkt auf der Laufbahnfläche **34b** des Außenrings **31** und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **35a** des Innenrings **32** (die Kontaktpunkte sind mit **43** und **43** bezeichnet).

[0525] Da die Wälzelemente **36** und **36** sich abwechselnd mit einem Kontaktwinkel kreuzen, kann ein Lager eine Radiallast, Axiallasten in beiden Richtungen und ein Lastmoment aufnehmen.

[0526] Ein Wälzelement **36** ist in Punktkontakt nur mit einem Punkt auf der Laufbahnfläche **34a** (42) und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **35b** (42), und ein anderes Wälzelement **36** ist nur in Punktkontakt mit einem Punkt auf der Laufbahnfläche **34b** (43) und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **35a** (43), so dass ein Rutschen, das durch eine starke Spinbewegung in dem Vierpunktkontakt-Kugellager oder dem Dreipunktkontakt-Kugellager klein ist, und das Spinverschleißverhalten kann verbessert werden.

[0527] Ferner kommen das Wälzelement **36**, **36** und der Außenring **31**, der Innenring **32** in Punktkontakt miteinander, so dass der Wälzwiderstand klein ist und ein niedriges Drehmoment erzeugt werden kann verglichen mit dem Kreuz-Rollenlager.

[0528] Demzufolge kann die gesamte Vorrichtung kompakt gemacht werden, in Gewicht reduziert werden und in der Lebensdauer verbessert werden, und Kosten können auch verringert werden.

[0529] Rostfreier Stahl, Keramik, Harz und dergleichen werden für den Innenring, den Außenring und die Wälzelemente des Lagers verwendet, wobei der Korrosionswiderstand des Lagers verbessert wird und eine korrosionsverhindernde Beschichtungsbehandlung durchgeführt wird, wobei die korrosionsverhindernde Substanz nicht direkt den darunter liegenden Bereich des Lagermaterials korrodieren lässt und somit das Lager mit einer langen Lebensdauer ausgestattet werden kann.

[0530] Zwischen dem Außen- und Innenring sind die Wälzelemente so positioniert, dass sie abwechselnd auf dem Umfang sich einander kreuzen, so dass ein Lager eine Radiallast, Axiallast in beiden Richtungen und ein Lastmoment aufnehmen kann. Da jedes Wälzelement immer in Kontakt mit nur zwei Punkten auf dem Außen- und Innenring ist, ist ein Rutschen, das durch eine starke Spinbewegung bei dem Vierpunktkontakt-Kugellager oder dem Dreipunktkontakt-Kugellager bewirkt wird, klein, und das Spinverschleißwiderstandsverhalten kann verbessert werden. Da der Lagerzwischenraum klein oder negativ eingestellt ist, wie erforderlich, kann eine Drehmomentfestigkeit vorgesehen werden. Ferner kommen das Wälzelement und der Laufring in Punktkontakt miteinander, so dass der Wälzwiderstand klein ist und ein niedriges Drehmoment vorgesehen werden kann verglichen mit dem Kreuz-Rollenlager. Demzufolge kann die gesamte Vorrichtung kompakt ausgeführt sein, im Gewicht reduziert sein und in der Lebensdauer verbessert sein, und die Kosten können auch verringert werden.

[0531] Rostfreier Stahl, Keramik, Harz und derglei-

chen werden für den Innenring, den Außenring und die Wälzelemente des Lagers verwendet, wobei der Korrosionswiderstand des Lagers verbessert wird und eine korrosionsverhindernde Beschichtungsbehandlung durchgeführt wird, wobei die korrodierend wirkende Substanz nicht direkt den darunter liegenden Bereich des Lagermaterials korrodieren kann, und somit das Lager mit einer langen Lebensdauer ausgestattet werden kann.

[0532] Andere Wälzlagervorrichtungen werden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. Ein Käfig und eine Rolle sind die gleichen wie bei der oben erläuterten Ausführungsform, so dass eine detaillierte Beschreibung derselben weggelassen wird.

[0533] Die Wälzlagervorrichtung ist solcherart aufgebaut, dass die Spindel einer Werkzeugmaschine oder die Rotationswelle einer anderen im Allgemeinen hochdrehenden Rotationsmaschine unter Verwendung von zumindest einem Wälzlager gestützt wird, welches die nachfolgende Konstruktion hat. Mit anderen Worten, die Anzahl der Wälzlager, die die Rotationswelle stützen, sollte nicht besonders beschränkt sein, sondern könnte ein oder mehrere sein, wie es, wie notwendig, geeigneterweise ausgewählt ist. Darüber hinaus kann dieses Wälzlager in Kombination mit einem anderen Typ Lager, wie z.B. einem Zylinderrollenlager, verwendet werden.

[0534] **Fig. 71** zeigt ein Beispiel des Typs, der einen einstückigen Außenring und einen geteilten Innenring aufweist, welche zwei Laufbahnflächen **34a** und **34b**, **35a** und **35b** jeweils aufweisen; **Fig. 72** zeigt ein Beispiel des Typs, der einen einstückigen Außenring und einen geteilten Innenring aufweist, wobei der Außenring eine Laufbahnfläche **34** aufweist, wobei der Innenring zwei Laufbahnflächen **35a** und **35b** aufweist; und **Fig. 73** zeigt ein Beispiel des Typs, der einen geteilten Außenring und einen einstückigen Innenring aufweist, welche jeweils zwei Laufbahnflächen **34a** und **34b** und **35a** und **35b** aufweisen.

[0535] Das Wälzelement **36** ist eine oben/unten weggeschnittene Kugel, die einen Satz ebener Flächen aufweist (oder einander entgegengesetzter Flächen) **36b**, **36b** aufweist (d.h., eine Struktur, die einander entgegengesetzte Flächen **36b** und **36b** durch Abschneiden der oberen und unteren Bereiche einer Kugel, wie in dem Folgenden aufweist). Die einzelnen Wälzelemente **36**, **36**, –, usw. sind so eingebaut, dass die Rotationsachsen **36c** senkrecht zu den ebenen Flächen **36b** und **36b** sich einander kreuzen, und der Außendurchmesser **36a** jedes Wälzelements **36** stellt immer einzelne Zweipunktkontakte her, entweder mit der Laufbahnfläche **34** (**34a** des einen Laufrings **31** und der Laufbahnfläche **35** (**35b**) des anderen Laufrings **32** oder mit der Laufbahnfläche **34** (**34b**) des einen Laufrings **31** und der Laufbahnfläche **35** (**35a**) des anderen Laufrings **32**.

[0536] Das Wälzelement **36** sollte nicht besonders in den Schnittbreiten der oberen/unteren Bereichen beschränkt sein, und die Schnittbreiten der obe-

ren/unteren Enden können gleich oder können ungleich sein, so dass deren Verhältnis beliebig ausgewählt werden kann. Mit anderen Worten, die einander entgegengesetzten Flächen **36b** und **36b** des Wälzelements **36** können symmetrisch oder asymmetrisch festgelegt sein.

[0537] Die **Fig. 74A** und **74B** zeigen ein Beispiel eines Wälzelementes, das einen Satz von asymmetrischen ebenen Flächen hat, wie es besonders im Falle von Hochdrehzahl-Rotationen verwendet wird.

[0538] Das Wälzelement **36** hat die asymmetrischen ebenen Flächen (oder einander entgegengesetzten Flächen) **36b** und **36d** und ist in der Lage, seine Rotation besser zu stabilisieren und ein niedrigeres Drehmoment durch Anordnen der vergrößerten Enden **36d** der ebenen Flächen (oder einander entgegengesetzten Flächen) zu dem Innenring **32** hin zu realisieren. Das Bezugszeichen **36a** bezeichnet den Außendurchmesser, und die Bezugszeichen **36c** bezeichnen die Rotationsachsen.

[0539] Die verbleibenden Konstruktionen, Wirkungen und Effekte werden weggelassen, da sie gleich zu jenen des Wälzelements **36** sind, welche unter Bezugnahme auf **Fig. 71** beschrieben wurde.

[0540] Das Wälzelement **36** hat eine Kugelform (oder einseitig beschnittene sphärische Form) durch Abschneiden entweder des oberen oder unteren Bereiches, um eine ebene Fläche (oder Schnittfläche) **36e** zu bilden, wie in den **Fig. 75A** und **75B** gemäß erster Ausführungsform der Erfindung gezeigt ist. Die abgeschnittene (oder entfernte) Breite dieser einseitigen Schnittfläche **36e** sollte nicht besonders beschränkt werden, und die Form der Schnittfläche **36e** sollte nicht auf eine ebene Fläche beschränkt werden, sondern es kann eine beliebige Form ausgewählt sein. Diese einseitig beschnittene Kugelkonstruktion, die so hergestellt wurde, hat weniger bearbeitetere Bereiche, als die zuvor erläuterte oben/unten beschnittene Kugel, so dass sie mit niedrigeren Kosten hergestellt werden kann.

[0541] Hierbei ist die gesamte Form des Wälzelements **36**, das Vorhandensein oder die Abwesenheit der einander entgegengesetzten Flächen **36b** und **36b** (und **36d**) und der Wert der Krümmung in der Axialrichtung des Außendurchmessers **36a** nicht auf die zuvor erläuterten spezifischen Werte insgesamt beschränkt werden, sondern kann beliebig innerhalb des Schutzzumfangs der Erfindung modifiziert werden.

[0542] In einem Käfig **37**, der in **Fig. 76** gezeigt ist, sind abwechselnd in der Umfangsrichtung Aussparungen **38**, **38**, –, usw. ausgebildet, welche die benachbarten einzelnen Wälzelemente **36**, **36**, –, usw. abwechselnd einschließen können, so dass die Rotationsachsen **36c** und **36c** sich senkrecht zu den Schnittflächen **36e** und **36e** sich einander kreuzen können.

[0543] Die Aussparung **38** ist in einer Kuppelform ausgebildet, wie in einer Draufsicht zu sehen ist, um eine Bogenfläche **38c** mit einem geringfügig größe-

ren Durchmesser zu haben, als der des Wälzelements **36**, und eine ebene Fläche **38d** zu haben, die die Endbereiche der Bogenfläche **38c** verbindet. Eine Seite **38e** auf der Seite des Außendurchmessers **7a** und eine Seite **38f** auf der Seite des Innendurchmessers **37b** sind über eine Schrägfläche **38g** von dem Außendurchmesser **37a** zum Innendurchmesser **37b** verbunden, und eine Öffnungsbreite w_{31} auf der Seite des Außendurchmessers **37a** ist diametral kleiner hergestellt, als die Öffnungsbreite w_{32} auf der Seite des Innendurchmessers **37b** (wie in **Fig. 76** und **Fig. 77A** gezeigt ist).

[0544] Darüber hinaus sind die Mittelpunkte der Bogenflächen **37a** der einzelnen Aussparungen **38**, die in der Umfangsrichtung angrenzen, auf einem gemeinsamen Umfang angeordnet, und die eine Seite **38e** auf der Seite des Außendurchmessers **37a** ist in der Breitenrichtung versetzt, wie in einer Draufsicht zu sehen ist. Mit anderen Worten, die einzelnen Aussparungen **38**, die in der Umfangsrichtung angrenzen, sind so angeordnet, dass sie ihre Schrägflächen **38g** abwechselnd auf der rechten und linken Seite der einzelnen Aussparungen **38** haben (bezugnehmend auf **Fig. 76**).

[0545] Wenn der Käfig **37**, der in der vorliegenden Ausführungsform veranschaulicht ist, wird daher das Wälzelement **36**, das in jeder Aussparung **38** angeordnet ist, gehalten, so dass deren Schnittflächen **36e** und **36e** zu dem Außendurchmesser **37a** gerichtet sind, zu dem Außenring **31** so gerichtet ist, dass die Rotationsachsen **36c** und **36c** der einzelnen Wälzelemente **36** und **36** sich abwechselnd einander kreuzen können.

[0546] Wie in **Fig. 77B** gezeigt ist, kann darüber hinaus eine Struktur übernommen werden, in welcher ein Einseite-Fallverhinderungselement (one-side fall preventing member) **38h** ausgebildet ist, um von dem Außendurchmesser **37a** auf der Verlängerung der Schrägfläche **38g** mit einer gleichen Schräge anzuheben. Das Einseite-Fallverhinderungselement **38h** sollte nicht besonders auf die gezeigte Form beschränkt werden, sondern eine Konstruktion, die keinen Einfluss auf die Rotation des Wälzelements **36** hat, würde in den Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung fallen.

[0547] Der Käfig **37** kann auch eine Käfigstruktur übernehmen, die in **Fig. 78** gezeigt ist.

[0548] Bei der vorliegenden Ausführungsform ist die Aussparung **38** in einer rechteckigen Form ausgebildet, wie in einer Draufsicht gezeigt ist. Die eine Seite **38e**, die sich in der Umfangsrichtung auf der Seite des Außendurchmessers **37a** erstreckt und die eine Seite **38f**, die unterhalb der erstgenannten auf der Seite des Innendurchmessers **37b** angeordnet sind, sind auf der Schrägfläche **38b** und dem Außendurchmesser **37a** zum Innendurchmesser **37b** verbunden, und die Öffnungsbreite w_{31} auf der Seite des Außendurchmessers **37a** ist diametral kleiner gemacht als die Öffnungsbreite w_{32} auf der Seite des Innendurchmessers **37b** (wie in **Fig. 78** und **Fig. 79** gezeigt ist).

[0549] Darüber hinaus sind die einzelnen Aussparungen **38**, die in der Umfangsrichtung anzuordnen sind, abwechselnd versetzt in einer Draufsicht angeordnet.

[0550] Mit anderen Worten, die einzelnen Aussparungen **38**, die in der Umfangsrichtung angrenzen, sind abwechselnd versetzt bei jeder Aussparung **38** versetzt angeordnet (wie in **Fig. 78** gezeigt).

[0551] Bei dem Käfig **37** der vorliegenden Ausführungsform kann ein größerer Fettrückhalterraum erhalten werden als beim Käfig **37** von **Fig. 76**. Die übrigen Wirkungen und Effekte sind jenen der Betriebsart des in **Fig. 86** gezeigten Käfigs gleich.

[0552] Darüber hinaus fällt auch die Anordnung eines Abstandshalters (oder Distanzstücks) **39**, der (das) eine ausgesparte Fläche **42** aufweist, wie in **Fig. 80** gezeigt ist, auch in den Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung.

[0553] Der Abstandshalter **39** ist so hergestellt, dass er einen kleineren Durchmesser hat als das Wälzelement **36**, und die ausgesparten Flächen **42** und **42** sind so auf einander entgegengesetzten Flächen **41** und **41** ausgebildet, dass die einzelnen Wälzelemente **36** und **36**, die benachbart zueinander zu halten sind, gehalten werden, so dass die Rotationsachsen **36c** und **36c** senkrecht zu den Schnittflächen **36e** und **36e** sich einander kreuzen können, wie zuvor beschrieben wurde. Kurz gesagt wird die Schnittfläche **36e** des Wälzelements so gehalten, dass es einem abgestuften Bereich **42a** der ausgesparten Fläche **42** gegenüberliegt. Hierbei stellt die Abstandshalterform, wie sie in der vorliegenden Ausführungsform veranschaulicht ist, nur eine Ausführungsform dar, so dass sie im Aufbau ohne irgendeine Beschränkung beliebig modifiziert werden kann.

[0554] Der Zustand, in welchem eine Vorbelastung zwischen das Wälzelement und den Laufring aufgebracht wird, ist nicht beschränkend. Insbesondere kann die Vorbelastung in der Herstellungsstufe aufgebracht werden oder nicht, und jede dieser Varianten fällt in den Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung. Das Aufbringen der Vorbelastung ist zur Verbesserung der Festigkeit des Lagers vorteilhaft.

[0555] Darüber hinaus ist der Zwischenraum in dem Lager kleiner festgelegt als notwendig oder negativ festgelegt (oder minus). Dann ist es möglich, eine höhere Drehmomentfestigkeit des Lagers zu realisieren.

[0556] Das Vorhandensein oder die Abwesenheit der Dichtungsplatte ist nicht besonders beschränkend, und die Dichtungsplatte kann oder kann nicht innerhalb des Schutzzumfangs der vorliegenden Erfindung montiert sein.

[0557] Die Dichtungsplatte kann irgendeine von einer Kontaktypdichtung, einer Kontaktlostypdichtung und einem Abschirmungstyp sein. Die Form ist nicht besonders beschränkend, sondern kann aus den gut bekannten Formen geeigneterweise ausgewählt werden. Das Material für die Dichtung oder Abschirmung ist nicht besonders beschränkend erläutert, kann

aber bevorzugter Weise Nitrilgummi oder rostfreier Stahl sein.

[0558] Die Anordnung der Dichtungsplatte ist nicht besonders beschränkend. Die Dichtungsplatte kann auf den beiden Seiten oder auf einer Seite, falls erforderlich angeordnet sein. Die Dichtungsfläche kann auf der Seite des Außenrings oder des Innenrings vorgesehen sein.

[0559] Die Dichtungsform ist nicht besonders auf eine Lippenform beschränkt und kann einen Linienkontakt oder einen Flächenkontakt mit der Dichtungsfläche bewirken.

[0560] Darüber hinaus ist das Vorhandensein oder die Abwesenheit des Kerns beliebig, und der Typ mit und ohne den Kern kann getrennt verwendet werden, falls notwendig, und sollte nicht besonders beschränkend interpretiert werden.

[0561] Hierbei zeigt **Fig. 73** den Fall, bei welchem der Innenring **32** einstückig ist, wobei der Außenring **31** halbiert ist und in welchem eine Dichtungsplatte (oder Kontaktdichtung) **43** auf der Stirnfläche des Außenrings **31** angeordnet ist. Die Bezugszeichen **43a** bezeichnen die Dichtungsfläche einer Dichtungsplatte **44**, welche in engem Kontakt mit dem Innenboden der Innenring-Dichtungsnut kommt.

[0562] Darüber hinaus sind die Dichtungsnutstrukturen des Außenrings **31** und des Innenrings **32** nicht besonders beschränkend, sondern können geeigneterweise modifiziert werden.

[0563] Das Material für den Außenring **31**, den Innenring **32** und das Wälzelement **36** sollten nicht besonders beschränkend sein, können aber durch irgendein Material von Lagerstahl, Blasenstahl, rostfreiem Stahl, wärmebeständigem Stahl, wie z.B. M50, und Keramik veranschaulicht werden.

[0564] Der rostfreie Stahl ist in seinen Komponenten nicht besonders beschränkt, sondern kann als austenitischer rostfreier Stahl, martensitischer rostfreier Stahl oder rostfreier Ausscheidungshärtungsstahl modifiziert sein.

[0565] Die Arten der Keramikmaterialien sind nicht besonders beschränkend, sondern können aus strukturellen Keramikmaterialien, einschließlich Aluminiumoxid, Zirkoniumoxid, Siliziumnitrid und Siliziumcarbid einschließen, ausgewählt werden.

[0566] Darüber hinaus ist es nicht beschränkend, das gemeinsame Material für den Außenring **31**, den Innenring **32** und das Wälzelement **36** zu verwenden. Falls erforderlich können einzelne unterschiedliche Materialien verwendet werden (als ein Hybrid) für eine Modifikation, die in den Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung fällt. Zum Beispiel kann als Material für den Außenring **31** und den Innenring **32** Lagerstahl als Beispiel dienen und als Material für das Wälzelement kann Keramik (z.B. Siliziumnitrid) als Beispiel dienen.

[0567] Die Oberflächenbehandlung des Außenrings **31**, des Innenrings **32** und des Wälzelements **36** ist nicht besonders beschränkend, sondern es kann ein Kurvurizieren (curvurizing) oder eine Nitrier-Flächen-

verfestigungsbehandlung oder eine Oberflächen-schichtbehandlung im Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung als Beispiel dienen. Bei der Beschichtungsbehandlung wird ein Metall, eine Metallverbindung oder eine Keramikschicht auf geeignete Weise als Schichtmaterial ausgewählt. Die Schicht kann entweder eine einzelne oder eine Verbundschicht sein. Zum Beispiel ist das Wälzelement **36** auf seiner Oberfläche mit einer Siliziumnitridschicht beschichtet.

[0568] Das Schmiermittel für das Lager ist nicht besonders beschränkt, sondern es kann Fett, Öl oder Wasser als Beispiel dienen. Darüber hinaus ist das Schmierverfahren nicht besonders beschränkt, sondern kann Fett, eine Umlaufspeisung, eine Sprüh-speisung, eine Öl-Luft-Speisung oder Düsen-speisung auf geeignete Weise auswählen.

[21. BEISPIEL (Fig. 81)]

[0569] Dieses Beispiel ist aufgebaut unter Verwendung von zwei üblichen Zylinderrollenlagern **45** und dem zuvor erläuterten Wälzlager auf dem Außenumfang von der Welle **44**. Insbesondere wird bei der vorliegenden Ausführungsform das Wälzlager, das in **Fig. 71** gezeigt ist, bei welchem der Außenring **31** und der Innenring **32** aus den beiden Laufringen **34a** und **34b** und **35a** und **35b** unterschiedlicher Krümmungen besteht und bei der der Außenring **31** einstückig ist, und wobei der Innenring **32** geteilt ist, statt der beiden Kugellager bei der Lagervorrichtung nach dem Stand der Technik verwendet. Um die axiale Festigkeit der Lagervorrichtung darüber hinaus zu verbessern, ist der Innenabstand des Lagers negativ eingestellt.

[2. AUSFÜHRUNGSFORM (Fig. 82)]

[0570] Diese Ausführungsform der Erfindung ist unter Verwendung von einem üblichen Zylinderrollenlager **45** und zwei zuvor erläuterten Wälzlagern auf dem Außenumfang einer Welle **44** aufgebaut. Insbesondere wird bei der vorliegenden Ausführungsform das Wälzlager, das in **Fig. 71** gezeigt ist, bei welchem der Außenring **31** und der Innenring **32** aus zwei Laufringen **34a** und **34b** und **35a** und **35b** mit unterschiedlichen Krümmungen bestehen, und bei welchem der Außenring **31** einstückig ist und wobei der Innenring **32** geteilt ist statt der vier Schrägkugellager bei der Lagervorrichtung nach dem Stand der Technik verwendet.

[0571] Daher sind die Wälzelemente **36** zwischen den Außen- und den Innenringen **31** und **32** so angeordnet, dass sie abwechselnd auf dem Umfang ver-setzt angeordnet sind, so dass sie die Radiallast, die Axiallasten in die zwei Richtungen und das Lastmoment durch das einzelne Lager tragen können. Diese einzelne Lager wirkt wie zwei Schräglager. Darüber hinaus steht jedes Wälzelement **36** an nur zwei Bereichen mit den Außen- und Innenlaufbahnflächen **34**

und **35** in Kontakt, so dass eine starke Rutschbewegung, die andererseits durch das Vierpunktkontakt-Kugellager beim Stand der Technik bewirkt werden könnte, reduziert wird, während das Spinwiderstandsschleißverhalten verbessert wird. Falls notwendig kann darüber hinaus der Lagerabstand klein oder negativ eingestellt werden, um eine hohe Festigkeit zu realisieren. Darüber hinaus führen das Wälzelement und die Außen- und Innenringe **31** und **32** die Punktkontakte aus, so dass der Wälzwiderstand vermindert werden kann, um Hochdrehzahl-Rotationen zu realisieren.

[0572] Durch Verwendung des Lagers, wie in **Fig. 71** gezeigt ist, kann eine Hochdrehzahlrotations-Lagervorrichtung, wie z.B. die Spindel einer Werkzeugmaschine, entsprechend dieser Erfindung die Funktionen von zwei Schräglagern durch das einzelne Lager realisieren. Darüber hinaus kann ein höherer Spinverschleißwiderstand, ein niedrigeres Drehmoment und eine höhere Festigkeit als beim Vierpunktkontakt-Kugellager erzielt werden, um die axiale Größe der Stützlagervorrichtung nach dem Stand der Technik kleiner zu machen, so dass die gesamte Vorrichtung kompakt und leicht ausgeführt werden kann und hinsichtlich der Lebensdauer und der Kosten verbessert werden kann.

[0573] Unter Bezugnahme nun auf die beigefügten Zeichnungen wird eine 3. Ausführungsform eines Wälzlagers entsprechend der vorliegenden Erfindung erläutert.

[0574] Die Ausführungsformen sind nur Ausführungsformen, die zum Beschreiben der Wälzlager der Erfindung offenbart sind, und es ist verständlich, dass die Erfindung nicht auf die spezifischen Ausführungsformen derselben beschränkt ist und von der Kombination und Anordnung von Teilen kann Gebrauch gemacht werden, ohne den Geist und den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen, siehe beispielsweise alle vorangehenden Ausführungen mit Modifikationen, Variationen und dergleichen.

[0575] Ein Rollenlager entsprechend der vorliegenden Erfindung umfasst einen Laufring (Außenring) **61**; einen anderen Laufring (Innenring) **62**; eine Vielzahl von Wälzelementen **65**, **65**, ..., die in eine Laufbahnnut **63** eingebaut sind, wobei die Nut zwischen dem Innendurchmesser des Außenrings **61** und dem Außendurchmesser des Innenrings **62** begrenzt ist.

[0576] Der Außenring **61** kann eine Laufbahnnut **63** haben, die in einer gewünschten Form mittels Laufbahnflächen **61a** und **61b** geformt sind, die entlang des Innendurchmessers der Laufbahn (Außenring) **61** ausgebildet sind. Ein Rollenlager, das Laufringe **61** und **62** eines Nichtteilungstyps einschließt oder ein Rollenlager, das Laufringe **61** und **62** einschließt, von denen eines oder beide axial in zwei Teile entlang der Breitenmitte derselben geteilt sind, können verwendet werden.

[0577] Einige Kugellager des Doppeltrenntyps sind in einem Stück unter Verwendung von Schrauben oder Nieten montiert. Wenn ein Kugellager des Dop-

peltrenntyps unter Verwendung von Schrauben oder Nieten befestigt wird, erübrigt sich die Notwendigkeit einer Vorbelastung oder Abstandseinstellung.

[0578] Das Lager umfasst einen Innenring **61** und einen Außenring **62**. Eine Vielzahl von Wälzelementen **65**, **65**, ... sind drehbar zwischen die Laufbahnnuten **63** zwischengesetzt. Wenn nur eine der Laufbahnen aus zwei Laufbahnflächen besteht, hat die Laufbahn, die aus zwei Laufbahnflächen besteht, jede Laufbahnfläche **61a**, **61a'** (**62a**, **62a'**) einen größeren Radius als das Wälzelement **65** und bei dem Laufring, der aus einer Laufbahnfläche hergestellt ist, hat die Laufbahnfläche **61a** (**62a**) einen größeren Radius als das Wälzelement **65**. Wenn jede Laufbahn aus zwei Laufbahnflächen besteht, hat jede der Laufbahnflächen **61a** und **61a'** und **62a**, **62a'** einen größeren Radius als das Wälzelement **65**.

[0579] Jede Laufbahnfläche **61a** (**61a'**), **62a** (**62a'**) kann aus einer bestimmten Form sein, wie z.B. einem Bogen oder einem V im Querschnitt und kann wie eine Kurve, eine Linie oder dergleichen geformt sein, und ist nicht beschränkt, wenn die Form geeignet ist zum Abwälzen des Wälzelements **65**. Zum Beispiel wird ein gotischer Bogen usw. angewendet.

[0580] Jedes der Wälzelemente **65** hat einen Außendurchmesserbereich, der als eine Wälzkontaktfläche dient, die einen Krümmungsradius in einer Axialrichtung derselben hat. Wie in **Fig. 84** gezeigt, ist das Wälzelement **65** in eine Kugel mit einem Schnittbereich geformt. Die Kugel hat einen Radius, der kleiner ist, als ein Krümmungsradius der Laufbahnflächen **61a** (**61a'**) und **62a** (**62a'**) des Innen- oder Außenrings. Das Wälzelement hat nämlich eine Kugelform (oder eine einseitig beschnittene Kugelform) durch Abschneiden entweder des oberen oder unteren Bereichs, um eine ebene Fläche (oder Schnittfläche) **65b** zu bilden.

[0581] Die Wälzelemente sind in einer Umfangsrichtung des Lagers in einer solchen Weise angeordnet, dass die Schnittflächen **65b** der benachbarten Wälzelemente sich abwechselnd kreuzen und der Außendurchmesserbereich **65a** jedes Wälzelementes ist immer in Kontakt an zwei Punkten mit einer Laufbahnfläche **61a** (oder **61a'**) des Laufrings **61** und der Laufbahnfläche **62a** (**62a'**) des Laufrings **62**.

[0582] Zum Beispiel sind die Wälzelemente **65** in einer solchen Weise montiert, dass ihre Rotationsmittelachsen, die sich senkrecht zu den Schnittflächen **65b** erstrecken, abwechseln sich schneidend (kreuzend) sind, während der Außendurchmesserbereich **65a** jedes Wälzelements **65** immer in Kontakt an zwei Punkten mit einer der Laufbahnflächen **61a** (oder **61a'**) des Laufrings **61** und der Laufbahnfläche **62a** (**62a'**) des Laufrings **62** in Kontakt ist.

[0583] Die Schnittbreite der Schnittfläche **65b** der einen Seite des Wälzelements **65** ist nicht beschränkt, und die Form der Schnittfläche **65b** ist nicht auf eine ebene Fläche beschränkt und kann, wie gewünscht, ausgewählt werden, ohne den Geist und den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

[0584] Im Allgemeinen können als Wälzelemente der gleichen Größe Kugeln mit niedrigeren Kosten und mit höherer Genauigkeit als Rollen hergestellt werden.

[0585] Je näher die Form des Wälzelementes einer vollständigen Kugel ist, desto geringer sind die Herstellungskosten des Wälzelements. In der Ausführungsform hat das Wälzelement **65** die Außenform wie eine Kugel mit einer abgeschnittenen Seite, und die Anzahl der zu bearbeitenden Teile wird kleiner als bei einem Wälzelement, das wie eine Kugel geformt ist und an beiden Seiten beschnitten ist; wobei das Wälzelement in der Ausführungsform mit niedrigeren Kosten hergestellt werden kann.

[0586] Die Wälzelemente **65**, **65**, ... sind solcherart eingebaut, dass die Rotationsmittelachse **65c** senkrecht zu den einander entgegengesetzten Flächen **65b**, **65b** des einen Wälzelementes **65** die eines anderen, benachbarten Wälzelementes **65** mit einem rechten Winkel oder einem beliebigen Winkel kreuzt.

[0587] Sofern die Wälzelemente **65**, die in einer Richtung ausgerichtet sind, in der Anzahl zu denen, die in der anderen Richtung ausgerichtet sind, gleich sind, kann ein Kreuzen jede beliebige Anzahl von Wälzelementen entstehen. Mit anderen Worten, die Wälzelemente **65** können sich einander abwechselnd kreuzen. Ferner, sofern die Wälzelemente **65**, die in einer Richtung ausgerichtet sind, zu der Anzahl mit denen, die in der anderen Richtung ausgerichtet sind, können die Wälzelemente **65** sich einander jede zwei Elemente oder in einem Muster von zwei Elementen in einer ersten Ausrichtung, einem Element in einer zweiten Ausrichtung, einem Element in der ersten Ausrichtung, und zwei Elemente in der zweiten Ausrichtung kreuzen. Alle Wälzelemente, die angegeben sind, fallen in den Schutzzumfang der Erfindung.

[0588] Die Bewegungen der jeweiligen Wälzelemente **65**, **65** ... werden durch einen Käfig **6** geführt.

[0589] Der Käfig **66** ist wie ein ringförmiger Ring gebildet, der Aussparungen **67** ... zum Halten und Führen der Wälzelemente **65** aufweist. Die Form des Käfigs **66** ist nicht auf die in der Ausführungsform gezeigte Form beschränkt und kann wie gewünscht ausgewählt oder verändert werden, ohne den Geist und den Schutzzumfang der Erfindung zu verlassen.

[0590] Die Führungsart des Käfigs **66** ist nicht beschränkt und kann eine Innenringführung, eine Außenringführung oder eine Wälzelementführung sein. Die Struktur des Käfigs **66** ist nicht beschränkt; der Käfig **6** kann aus einem einstückigen Typ oder kann aus mehreren Teilen gebildet sein.

[0591] Zum Beispiel ist der Käfig **66** mit Aussparungen **67**, **67** ... abwechselnd in einer Umfangsrichtung ausgebildet, wobei die benachbarten Wälzelemente **65**, **65** so eingebaut werden können, dass die Rotationsmittelachsen **65c** und **65c** sich senkrecht zu den Schnittflächen **65b** und **65b** einander abwechselnd kreuzen.

[0592] Die Aussparung **67** ist wie eine Kuppel in ei-

ner Draufsicht gebildet, die aus einer kreisförmigen Bogenfläche **67a** gebildet wird, die wie ein geringfügig größerer Durchmesser geformt ist als der des Wälzelements und einer ebenen Fläche **67c** gebildet ist, die die Endteile der Kreisbogenfläche **67a** verbindet, und eine Seite **67b** auf der einen Seite des Außendurchmessers **66a** und eine Seite **67b** auf der Seite des Innendurchmessers **66b** stehen miteinander auf einer Schräge **67c** von der Seite des Außendurchmessers **66a** zu der Seite des Innendurchmessers **66b** hin in Verbindung, und eine Öffnungsbreite w_2 auf der Seite des Innendurchmessers **66b** ist ausgeführt, um einen größeren Durchmesser zu haben als eine Öffnungsbreite w_1 auf der Seite des Außendurchmessers **66a** (Fig. 85 und 86).

[0593] Die Mittelpunkte der kreisförmigen Bogenfläche **67a** der Aussparungen **67** benachbart in der Umfangsrichtung sind auf dem gleichen Umfang positioniert und die Position der einen Seite **67b** auf der Seite des Außendurchmessers **66a** ist in der Breitenrichtung der Draufsicht versetzt. Das heißt, die Schrägen **67c** der Aussparungen **67** sind benachbart in der Umfangsrichtung links und rechts abwechselnd positioniert (siehe Fig. 85).

[0594] Wenn daher der Käfig **66**, der in der Ausführungsform gezeigt ist, verwendet wird, werden die Wälzelemente **65**, die in den Aussparungen **67** platziert sind, gehalten, so dass die Schnittflächen **65b** und **65b** zu der Seite des Außendurchmesser **66a** hin gerichtet sind, nämlich zur Seite des Außenrings **61** hin, so dass die Rotationsmittelachsen **65c** und **65c** der benachbarten Wälzelemente **65** sich abwechselnd einander kreuzen.

[0595] Eine Struktur, die mit einem Einseite-Fallverhinderungselement **67d** versehen ist, das auf dem Außendurchmesser **66a** wie eine Schräge auf der Verlängerung der Schräge **67c** ausgebildet ist, kann auch übernommen werden. Das Einseite-Fallverhinderungselement **67d** ist nicht auf die in der Figur gezeigte Form beschränkt, und falls die Form des Einseite-Fallverhinderungselements **67d** nicht eine Rotation des Wälzelementes **65** beeinflusst, liegt sie im Geist und Schutzzumfang der Erfindung.

[0596] Für den Käfig kann eine Struktur eines Käfigs **66'**, die in Fig. 88 gezeigt ist, auch übernommen werden.

[0597] In der Ausführungsform ist eine Aussparung **67'** wie ein Rechteck in der Draufsicht ausgebildet, und eine Seite **67'a** auf der Seite des Außendurchmessers **66a**, die sich in der Umfangsrichtung erstreckt, und eine Seite **67'a** auf der Seite des Innendurchmessers **66b** unterhalb der einen Seite **67'a** stehen miteinander auf einer Schräge **67'c** von der Seite des Außendurchmessers **66a** zur Seite des Innendurchmessers **66b** in Verbindung, und eine Öffnungsbreite w_2 auf der Seite des Innendurchmessers **66b** ist so ausgeführt, dass sie einen größeren Durchmesser hat, als eine Öffnungsbreite w_1 auf der Seite des Außendurchmessers **66a** (Fig. 88 und 89).

[0598] Die Aussparungen **67'**, die in der Umfangs-

richtung positioniert sind, sind in der Position abwechselnd in der Breitenrichtung der Draufsicht versetzt positioniert.

[0599] Das heißt, die Aussparungen **67'** benachbart in der Umfangsrichtung haben die Schrägen **67'c** abwechselnd nach links und rechts versetzt angeordnet (**Fig. 88**).

[0600] Wenn der Käfig **66** in der Ausführungsform verwendet wird, kann ein größerer Fettrückhalteraum gegenüber dem des Käfigs **66** in **Fig. 85** geschaffen werden. Andere Vorteile sind denen des Käfigs in **Fig. 55** gleich.

[0601] Ein Wälzlager, das Abstandshalter (Distanzstücke) **68** umfasst, die konkave Flächen **69**, wie in **Fig. 89** gezeigt ist, aufweisen, liegt auch im Geist und Schutzzumfang der Erfindung.

[0602] Der Abstandshalter **68** ist mit einem kleineren Durchmesser als der Durchmesser des Wälzelements **65** geformt und ist mit den konkaven Flächen **69** und **69** wie ein Kreuz in entgegengesetzten Flächen **70** und **70** zum Halten der benachbarten zurückgehaltenen Wälzelemente **65** und **65** ausgebildet, so dass die Rotationsmittelachsen **65c** und **65c** sich senkrecht zu den Schnittflächen **65b** und **65b** einander kreuzen, wie oben beschrieben wurde. Das heißt, die Schnittfläche **65b** des Wälzelements **65** ist entgegengesetzt zu einem abgestuften Teil **69a** der konkaven Fläche **69** zum Halten des Wälzelements. Die Abstandshalterform, die in der Ausführungsform gezeigt ist, ist nur eine Ausführungsform und kann im Aufbau, wie gewünscht, ohne eine Beschränkung verändert werden.

[0603] Der Zustand, in welchem eine Vorbelastung zwischen dem Wälzelement und der Laufbahnfläche erteilt wird, ist nicht beschränkt, es kann nämlich eine Vorbelastung in der Herstellungsstufe erteilt werden oder nicht erteilt werden; wobei das Erteilen einer Vorbelastung und das Erteilen keiner Vorbelastung in der Herstellungsstufe im Geist und Schutzzumfang der Erfindung liegen.

[0604] Der Zwischenraum in dem Lager kann klein oder negativ (minus), wie erforderlich, eingestellt sein. Entsprechenderweise kann eine höhere Drehmomentfestigkeit des Lagers geschaffen werden.

[0605] Normalerweise wird Lagerstahl als Material der Laufringe **61** und **62** und der Wälzelemente **65** verwendet, wobei aber rostfreier Stahl, Keramik und dergleichen auf geeignete Weise ausgewählt sind, um die Korrosionsfestigkeit und die Wärmebeständigkeit im Ansprechen auf die Verwendungsumgebung zu verbessern.

[0606] Da ein maschinell bearbeiteter Käfig, ein Presskäfig, ein Harzkäfig oder dergleichen auf geeignete Weise als Material des Käfigs **66**, **66'**, ausgewählt ist, wird z.B. Messingmetall, Eisen usw. oder Kunstharz, wie z.B. Polyamid **66** (Nylon), Polyphenylsulfid (PPS) oder Fluorharz innerhalb des Geistes und des Schutzzumfangs der Erfindung ausgewählt.

[0607] Als nächstes werden spezifische Ausführungsformen der Erfindung unter Bezugnahme auf

die beigefügten Zeichnungen erläutert.

[0608] **Fig. 83** zeigt eine 2. Ausführungsform, **Fig. 91** zeigt eine 3. Ausführungsform, **Fig. 92** zeigt eine 4. Ausführungsform und **Fig. 93** zeigt eine 5. Ausführungsform. Die spezifischen Ausführungsformen, die nachstehend beschrieben werden, sind nur Ausführungsformen, und die Erfindung ist nicht auf die Ausführungsformen beschränkt.

[2. AUSFÜHRUNGSFORM]

[0609] **Fig. 83** zeigt eine 2. Ausführungsform eines Wälzlagers der Erfindung.

[0610] In der Ausführungsform besteht ein Außenring **61** aus zwei Laufbahnflächen **61a** und **61a'**, ein Innenring **62** ist aus einer Laufbahnfläche **62a** ausgeführt und Wälzelemente **65** haben jede eine Schnittfläche **65b**, die zu der Seite des Außenrings **61** gerichtet ist und wie ein Kreuz abwechselnd auf dem Umfang positioniert sind (**Fig. 83**).

[0611] In der Ausführungsform wird ein gotischer Bogen, der aus zwei Laufbahnflächen **61a** und **61a'** besteht, die jede einen größeren Durchmesser haben als der Radius des Wälzelements **65**, übernommen. Die Bezugszahl **73** in der Figur bezeichnet eine Dichtungsplatte (Dichtung oder Abschirmung).

[0612] Die Wälzelemente **65** sind so platziert, dass Rotationsmittelachsen **65c** und **65c** der Wälzelemente sich senkrecht zu den Schnittflächen **65b** und **65b** einander kreuzen, und die Bewegung jedes Wälzelements **65** wird durch eine Aussparung **67** eines Käfigs **66** geführt.

[0613] Als der Käfig **66** wird der in den **Fig. 85** und **86** gezeigte Käfig verwendet. Der Käfig **66'**, der in den **Fig. 88** und **89** gezeigt ist, kann verwendet werden.

[0614] Um irgendwelche gewünschten Arten von Lasten, wie z.B. eine Radiallast, Axiallasten in beide Richtungen und ein Lastmoment zu verwenden, kommt daher entsprechend der **23**. Ausführungsform der Außendurchmesser **65a** des Wälzelements **65** in Kontakt mit einem Punkt auf der Laufbahnfläche **61a** des Außenrings **61** und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **62a** des Innenrings **62** (die Kontaktpunkte sind mit **71** und **71** bezeichnet), wobei die Außen- und Innenringe zueinander weisen, und das benachbarte Wälzelemente **65** kommt in Kontakt mit einem Punkt auf der Laufbahnfläche **61a'** des Außenrings **61** und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **62a** des Innenrings **62** (die Kontaktpunkte sind mit **72** und **72** bezeichnet).

[0615] Da sich die Wälzelemente **65** und **65** abwechselnd mit einem Kontaktwinkel einander kreuzen, kann ein Lager eine Radiallast, Axiallasten in beide Richtungen und ein Lastmoment aufnehmen.

[0616] Ein Wälzelement **65** ist nur im Punktkontakt mit einem Punkt auf der Laufbahnfläche **61a** (**71**) und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **62a** (**71**), und ein anderes Wälzelement **65** ist nur in Punktkontakt mit einem Punkt auf der Laufbahnfläche **61a'** (**72**)

und einem Punkt auf der Laufbahnfläche **62a** (**72**) so dass eine große Spinbewegung beim Vierpunktkontakt-Kugellager beim diesbezüglichen Stand der Technik vermieden werden kann.

[0617] Ferner, die Art und Weise, in welcher das Wälzelement **65**, **65** und der Außenring **61** und der Innenring **62** miteinander in Kontakt kommen, ist die gleiche, wie bei einem allgemeinen Kugellager, so dass der Wälz Widerstand gering ist und ein niedriges Drehmoment verglichen mit dem Kreuz-Rollenlager kann geschaffen werden.

[3. AUSFÜHRUNGSFORM]

[0618] **Fig. 91** zeigt eine 3. Ausführungsform eines Wälzlagers der Erfindung.

[0619] In der Ausführungsform ist ein Außenring **61** mit einer Laufbahnfläche **61a** ausgeführt, ein Innenring **62** besteht aus zwei Laufbahnflächen **62a** und **62a'**, und die Wälzelemente **65** haben jede Schnittfläche **65b** zur Seite des Innenrings **62** hin gerichtet und sind wie ein Kreuz abwechselnd auf den Umfang positioniert (**Fig. 91**).

[0620] Um irgendwelche gewünschten Arten von Belastungen, wie z.B. eine Radiallast, Axiallasten in beide Richtungen und ein Lastmoment zu verwenden, kommt daher entsprechend der Ausführungsform eine der benachbarten Wälzelemente **65** in Kontakt mit der Laufbahnfläche **1a** des Außenrings **61** und der Laufbahnfläche **62a** des Innenrings **62**, wobei die Laufbahnflächen zueinander weisen, und das andere der benachbarten Wälzelemente **65** kommt in Punktkontakt mit der Laufbahnfläche **1a** des Außenrings **61** und der Laufbahnfläche **62a'** des Innenrings **62**.

[0621] Andere Komponente und Vorteile sind die gleichen, wie jene in der 23. Ausführungsform.

[0622] Bei der 3. Ausführungsform ist die Form der Aussparung des Käfigs, zu der, die in der 2. Ausführungsform verwendet wird, an der Vorderseite und der Rückseite der Aussparung umgekehrt (siehe **Fig. 91**).

[0623] Das heißt, der Käfig **66** des Typs, bei dem eine Öffnungsbreite w_1 auf der Seite des Außendurchmessers **66a** so ausgeführt ist, dass sie einen größeren Durchmesser als die Öffnungsbreite w_2 auf der Seite des Innendurchmessers **66b** hat und eine Schräge **67c** in Richtung des Außendurchmessers **66a** gerichtet ist, wird verwendet.

[0624] Bei der Ausführungsform ist die Art, bei der der Außenring **61** nicht in zwei Teile geteilt ist, in die Beschreibung übernommen; wobei jedoch die Art, bei der der Außenring **61** in zwei Teile geteilt ist, als Ausführungsform übernommen werden kann, und die Art, bei der der Innenring **62** nicht geteilt ist, kann ebenfalls übernommen werden.

[4. AUSFÜHRUNGSFORM]

[0625] **Fig. 92** zeigt eine 4. Ausführungsform eines

Wälzlagers der Erfindung.

[0626] Bei der Ausführungsform besteht ein Außenring **61** aus zwei Laufbahnflächen **61a** und **61a'**, ein Innenring **62** besteht aus zwei Laufbahnflächen **62a** und **62a'** und die Wälzelemente **65** haben jede eine Schnittfläche **65b**, die zur Seite des Außenrings **61** gerichtet ist und wie ein Kreuz abwechselnd auf dem Umfang positioniert sind.

[0627] Um daher eine Axiallast und ein Lastmoment aufzunehmen, kommt eine der benachbarten Wälzelemente **65** in Kontakt mit der Laufbahnfläche **61a** des Außenrings **61** und der Laufbahnfläche **62a** des Innenrings **62**, wobei die Laufbahnflächen zueinander weisen, und das andere der benachbarten Wälzelemente **65** kommt in Punktkontakt mit der Laufbahnfläche **61a'** des Außenrings **61** und der Laufbahnfläche **62a'** des Innenrings **62**. Um eine Radiallast aufzunehmen, kommen das Wälzelement und die Laufringe in Kontakt miteinander in einer Gesamtheit von drei Punkten, was von dem Lastzustand abhängt.

[0628] Die Konfiguration und Vorteile der 4. Ausführungsform sind die gleichen wie jene der 2. Ausführungsform, außer dass der Innenring **62** zwei Laufbahnflächen **62a** und **62a'** hat.

[0629] Bei der 4. Ausführungsform wird die Art, wo der Innenring **62** nicht in zwei Teile geteilt ist, in die Beschreibung übernommen; wobei jedoch die Art, bei der der Innenring **62** in zwei Teile geteilt ist, als Ausführungsform übernommen werden kann, und die Art, bei der der Außenring **61** nicht geteilt ist, kann auch übernommen werden.

[5. AUSFÜHRUNGSFORM]

[0630] **Fig. 93** zeigt eine 5. Ausführungsform eines Wälzlagers der Erfindung.

[0631] Bei der Ausführungsform besteht ein Außenring **61** aus zwei Laufbahnflächen **61a** und **61a'**, ein Innenring **62** besteht aus zwei Laufbahnflächen **62a** und **62a'** und die Wälzelemente **65** haben jedes eine Schnittfläche **65b**, die zu der Seite des Innenrings **62** gerichtet ist und sind wie ein Kreuz abwechselnd auf dem Umfang positioniert.

[0632] Daher kommen, um eine Axiallast und ein Lastmoment aufzunehmen, eine der benachbarten Wälzelemente **65** in Punktkontakt mit der Laufbahnfläche **61a** des Außenrings **61** und der Laufbahnfläche **62a** des Innenrings **62**, wobei die Laufbahnflächen zueinander weisen, und das andere der benachbarten Wälzelemente **65** kommt in Punktkontakt mit der Laufbahnfläche **61a'** des Außenrings **61** und der Laufbahnfläche **62a'** des Innenrings **62**. Um eine Radiallast aufzunehmen, kommen das Wälzelement und die Laufringe in Kontakt miteinander in einer Gesamtheit von drei Punkten, die von dem Lastzustand abhängen.

[0633] Die Konfiguration und die Vorteile der 5. Ausführungsform sind die gleichen, wie jene der 3. Ausführungsform, außer dass der Außenring **61** zwei

Laufbahnflächen **61a** und **61a'** hat.

[0634] Bei der 5. Ausführungsform wird die Art, bei der der Außenring **61** nicht in zwei Teile geteilt ist, in die Beschreibung übernommen; wobei jedoch die Art, bei der der Außenring **61** in zwei Teile geteilt ist, als Ausführungsform übernommen werden kann, und die Art, bei der der Innenring nicht geteilt ist, ebenso übernommen werden kann.

[0635] Bei der Erfindung wird bei der Verwendung eines Wälzelementes, das wie eine Kugel geformt ist mit einer abgeschnittenen Seite die Anzahl der zu bearbeitenden Teile kleiner als bei dem Wälzelement, das wie eine Kugel geformt ist mit zwei abgeschnittenen Seiten beim diesbezüglichen Stand der Technik; wobei das Wälzelement mit niedrigen Kosten bearbeitet werden kann.

[0636] Zwischen den Außen- und den Innenringen sind die Wälzelemente, von denen jede wie eine Kugel geformt ist, mit einer abgeschnittenen Seite, werden so positioniert, dass sie sich einander abwechselnd auf dem Umfang kreuzen, und jedes Wälzelement ist immer in Punktkontakt mit nur zwei Punkten auf dem Außen- und Innenring, so dass, während der Vorteil der oben beschriebenen niedrigen Kosten geschaffen wird, das Wälzlager eine Radiallast, Axiallasten in beide Richtungen und ein Lastmoment aufnehmen kann, währenddessen es hervorragende Eigenschaften hinsichtlich eines niedrigen Drehmoments, hoher Drehmomentfestigkeit, hohen Spinverschleißwiderstands usw. hat.

[0637] Es ist anzumerken, dass bei den oben erläuterten Beschreibungen die Ausführungsformen entsprechend der vorliegenden Erfindung separat erläutert wurden, wobei es für einen Fachmann möglich ist, einige von ihnen in Übereinstimmung mit den Erfordernissen zu kombinieren.

[0638] Während die Beschreibung in Verbindung mit der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erfolgte, ist es für den Fachmann offensichtlich, dass verschiedene Änderungen und Modifikationen dabei gemacht werden können, ohne die Erfindung zu verlassen, und es ist daher beabsichtigt, alle solchen Änderungen und Modifikationen mit den beigefügten Ansprüchen abzudecken, so dass sie in den wahren Geist und den Schutzzumfang der Erfindung fallen.

Patentansprüche

1. Wälzlager mit einem ersten Laufring und einem zweiten Laufring, von denen jeder zumindest eine Laufbahnfläche aufweist, und mit einer Vielzahl von Wälzelementen, die drehbar zwischen dem ersten Laufring und dem zweiten Laufring angeordnet sind, wobei jedes der Wälzelemente eine Wälzkontaktumfangsfläche aufweist, die durch Rotieren einer gekrümmten Buslinie um eine Rotationsachse des Wälzelements begrenzt ist, wobei die gekrümmte Buslinie eine vorbestimmte Krümmung hat, die kleiner ist als ein Radius der zumindest einen Laufbahnfläche, wobei die Wälzkontaktumfangsfläche jedes

der Wälzelemente immer einen Punkt auf jeder der zugeordneten mindestens einen Laufbahnfläche auf dem ersten Laufring und der zugeordneten mindestens einen Laufbahnfläche auf dem zweiten Laufring kontaktiert, und wobei einander benachbarte Wälzelemente in einer Umfangsrichtung des Wälzlagers solcher Art angeordnet sind, dass sich ihre Rotationsachsen abwechselnd kreuzen, **dadurch gekennzeichnet**, dass jedes der Wälzelemente eine an einer Seite abgeschnitten geformte Kugel ist, die durch Abschneiden von einem Bereich der Kugel ausgebildet ist.

2. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Laufring eine erste und zweite Laufbahnfläche aufweist.

3. Wälzlager nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Laufring geteilt ist und ferner eine Befestigungsvorrichtung umfaßt, die zum Befestigen der ersten und zweiten Laufbahnflächen jedes Laufringteils miteinander dient.

4. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Laufring eine erste und eine zweite Laufbahnfläche umfaßt.

5. Wälzlager nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der zweite Laufring geteilt ist und ferner eine Befestigungsvorrichtung aufweist, die zum Befestigen der ersten und zweiten Laufbahnfläche jedes Laufringteils miteinander dient.

6. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dieses eine Positionier Vorrichtung aufweist, in welche einander benachbarte Wälzelemente in einer solchen Weise eingebaut sind, dass deren Rotationsachsen sich abwechselnd kreuzen.

7. Wälzlager nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionier Vorrichtung ein Käfig ist, der in Umfangsrichtung angeordnete Haltebereiche aufweist, welche die Wälzelemente beidseitig in Richtung der abwechselnd gekreuzten Rotationsachsen halten.

8. Wälzlager nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionier Vorrichtung eine Vielzahl von Abstandshaltern aufweist, von denen jeder einen Durchmesser hat, der kleiner als ein Durchmesser jedes der Wälzelemente ist sowie zwei aussparungsförmige Bogennuten an einander entgegengesetzten Flächen gekreuzt aufweist.

9. Wälzlager nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Positionier Vorrichtung ein Käfig ist, der eine Anzahl von Aussparungen aufweist, in welcher eine gleiche Anzahl der Wälzelemente jeweils abwechselnd gekreuzt eingesetzt sind, wobei die Aussparungen entlang der Umfangsrichtung des Kä-

figs versetzt und in einem vorbestimmten Abstand in Umfangsrichtung angeordnet sind.

10. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Laufbahnfläche und/oder die Vielzahl der Wälzelemente einen rostfreien Stahl enthalten.

11. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Laufbahnfläche und/oder die Vielzahl der Wälzelemente ein keramisches Material enthalten.

12. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Positioniervorrichtung und/oder die Vielzahl der Wälzelemente einen Kunststoff enthalten.

13. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Laufbahnfläche und/oder die Vielzahl von Wälzelementen eine korrosionsverhindernde Beschichtung auf einer Fläche aufweisen.

14. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dieses Dichtungsplatten aufweist, die zwischen dem ersten und dem zweiten Laufring angeordnet sind.

15. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dieses einen Flansch aufweist, der an dem ersten Laufring und/oder zweiten Laufring ausgebildet ist.

16. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass dieses ein schmiermittelhaltiges Polymerelement aufweist, das in einem Innenraum des Lagers angeordnet ist.

17. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Innenabstand des Lagers einen negativen Wert aufweist.

18. Wälzlager nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausparung im Querschnitt im Wesentlichen kuppelförmig aus Bogenfläche und ebener Fläche ausgebildet ist.

19. Wälzlager nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die ebene Fläche schräg in Richtung senkrecht zum Käfig verläuft.

20. Wälzlager nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die ebene Fläche eine in schräger Richtung verlaufende Verlängerung aufweist, welche über den Käfig nach außen vorsteht.

21. Wälzlager nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Ab-

standshalter eine ausgesparte Fläche zum Halten des Wälzelements auf gegenüberliegenden Flächen des Abstandshalters aufweist.

22. Wälzlager nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die ausgesparte Fläche über einen abgestuften Bereich mit jeweils einer der gegenüberliegenden Flächen verbunden ist.

23. Wälzlagervorrichtung zum Stützen einer Rotationswelle mit mindestens einem Wälzlager nach einem der vorangehenden Ansprüche.

24. Wälzlagervorrichtung eine Kompressorriemenscheibe mit mindestens einem Wälzlager nach einem der vorangehenden Ansprüche 1 bis 22.

Es folgen 77 Blatt Zeichnungen

FIG.1

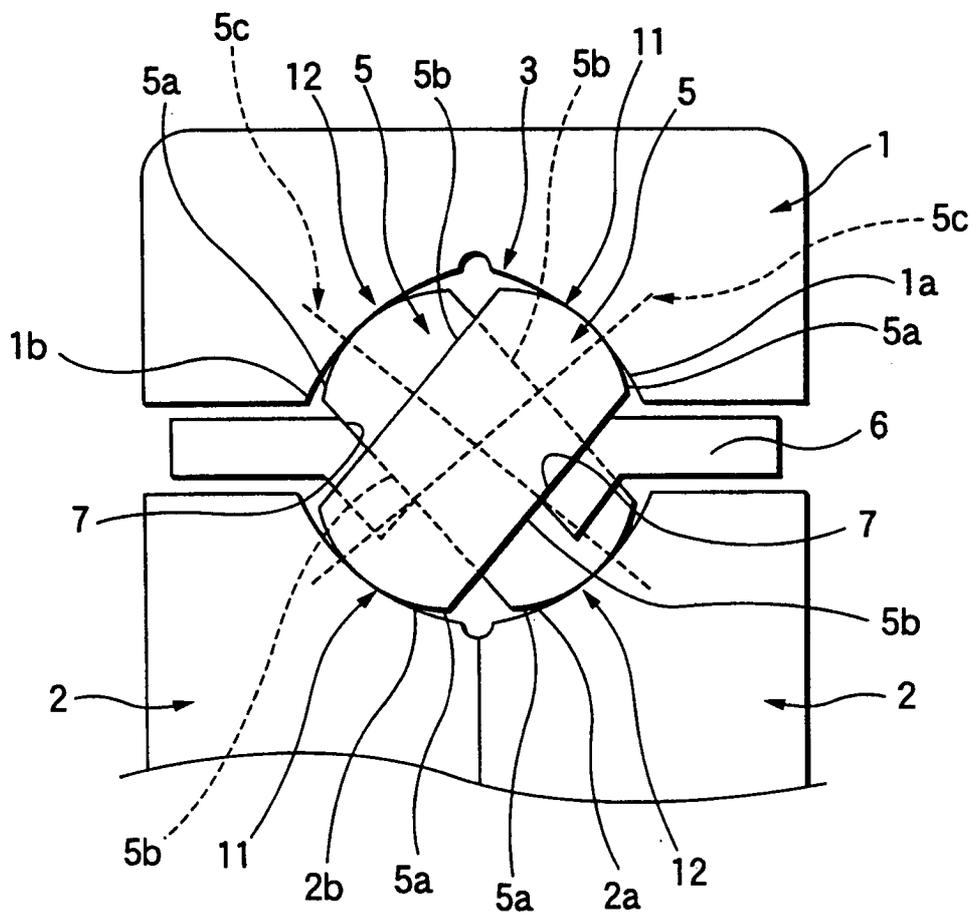


FIG.2A

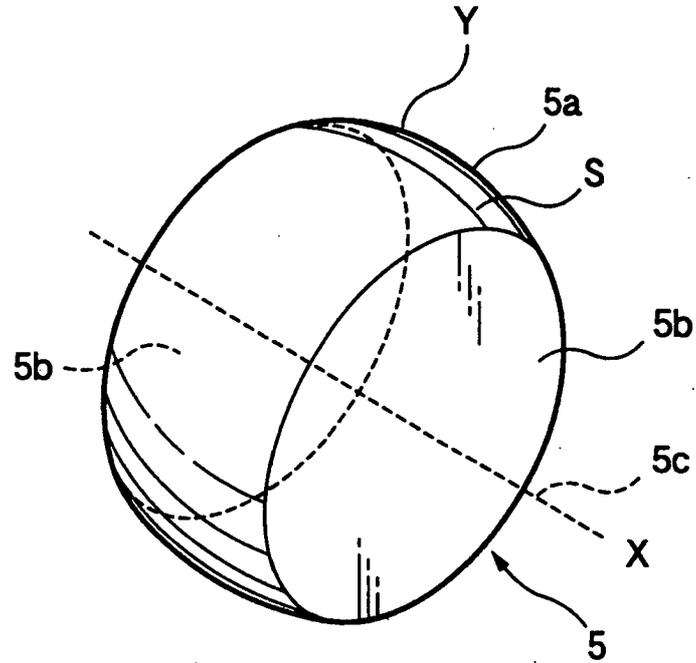


FIG.2B

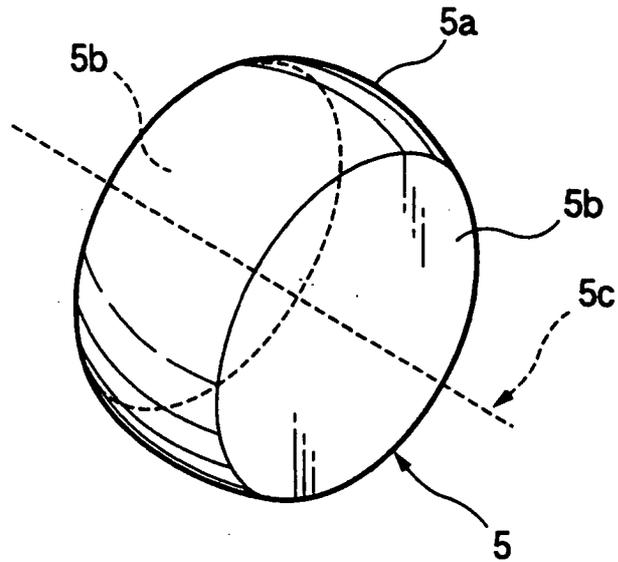


FIG.3

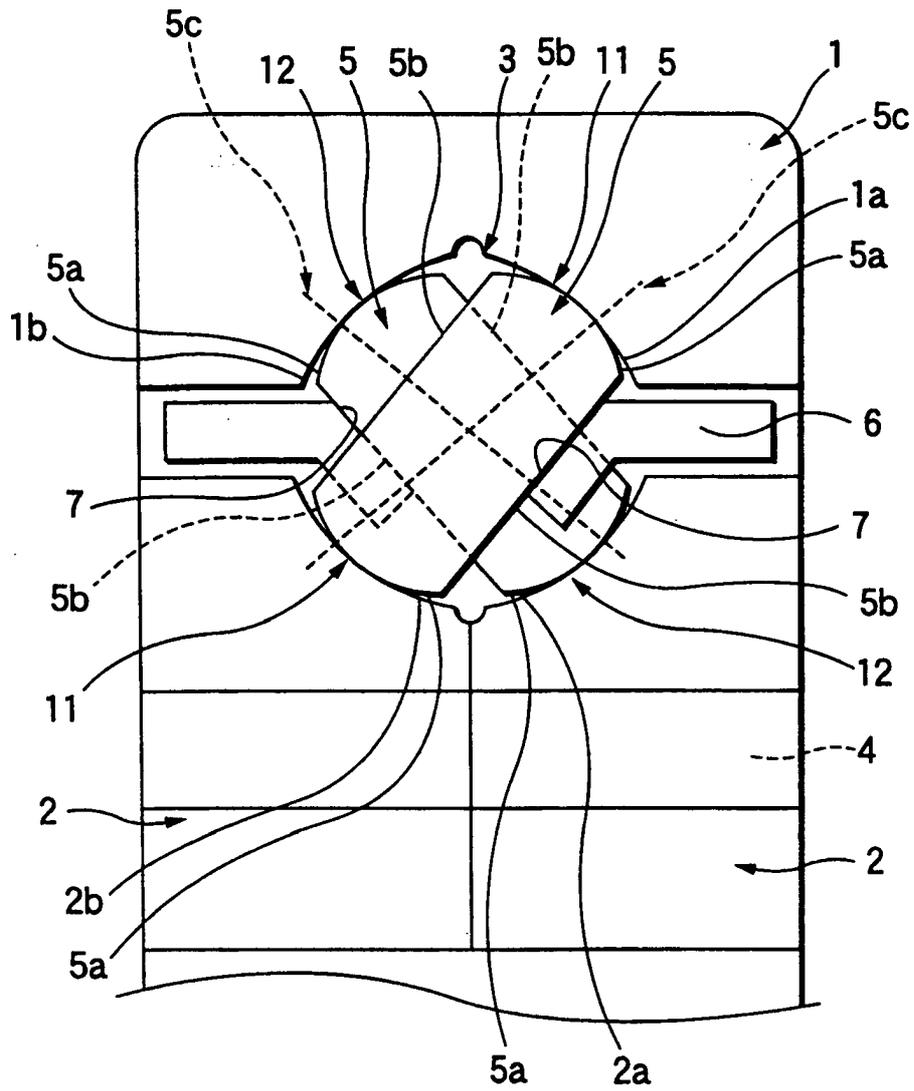


FIG.4

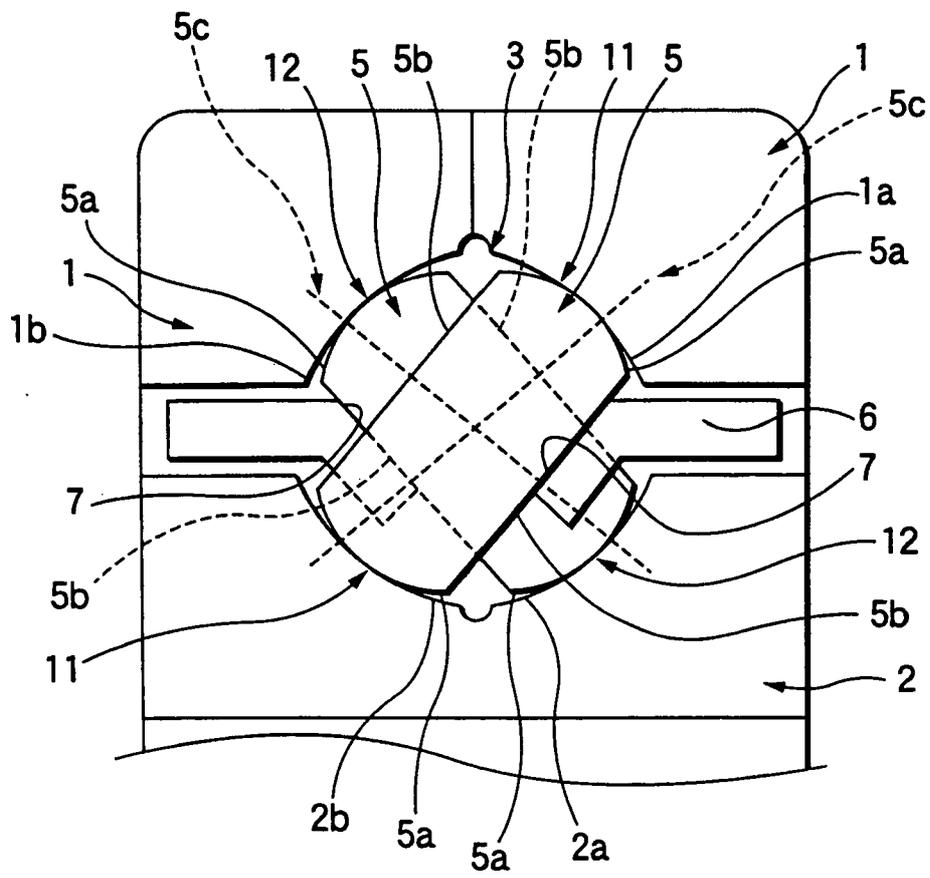


FIG.5

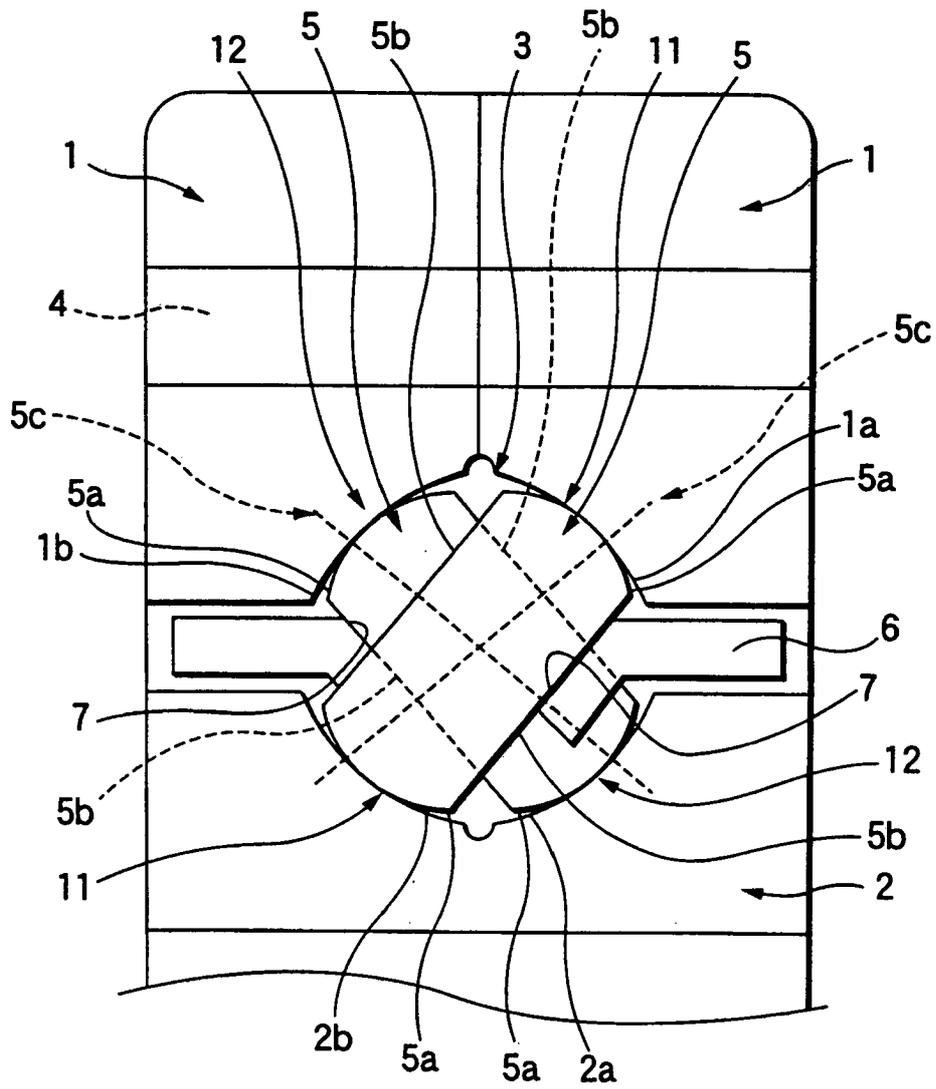


FIG.6

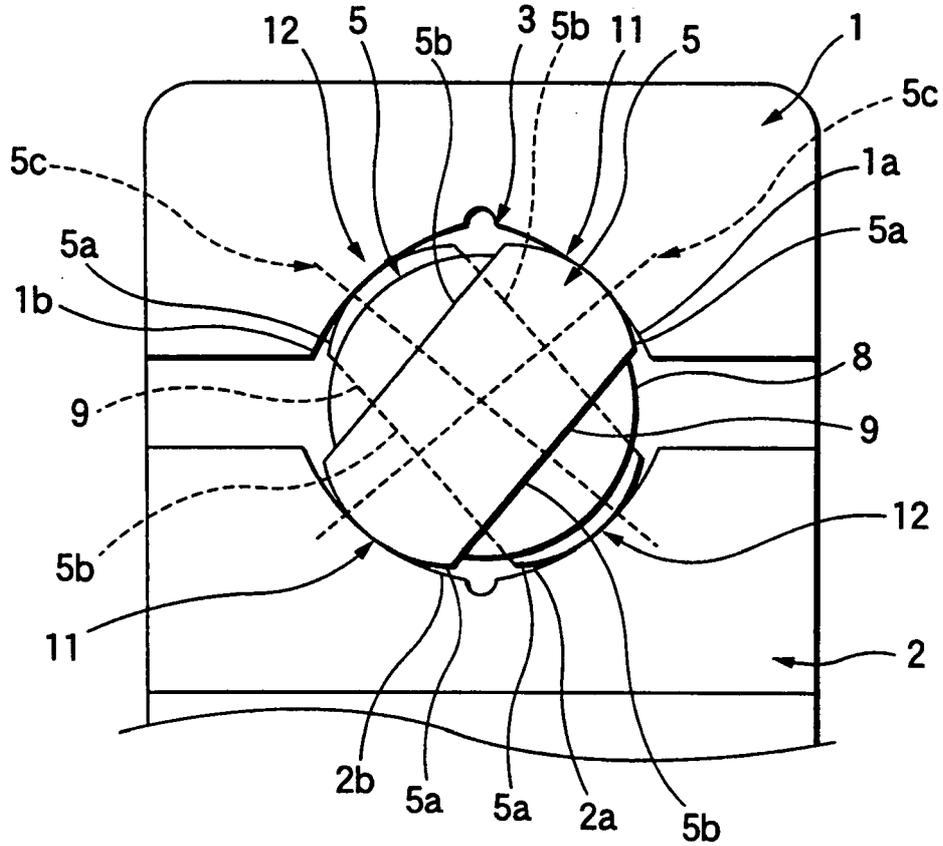


FIG.7

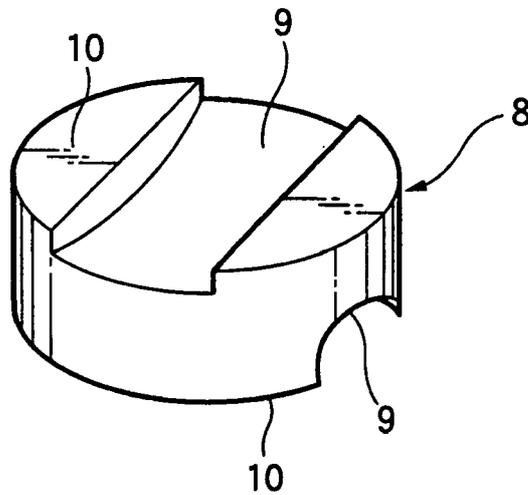


FIG.8

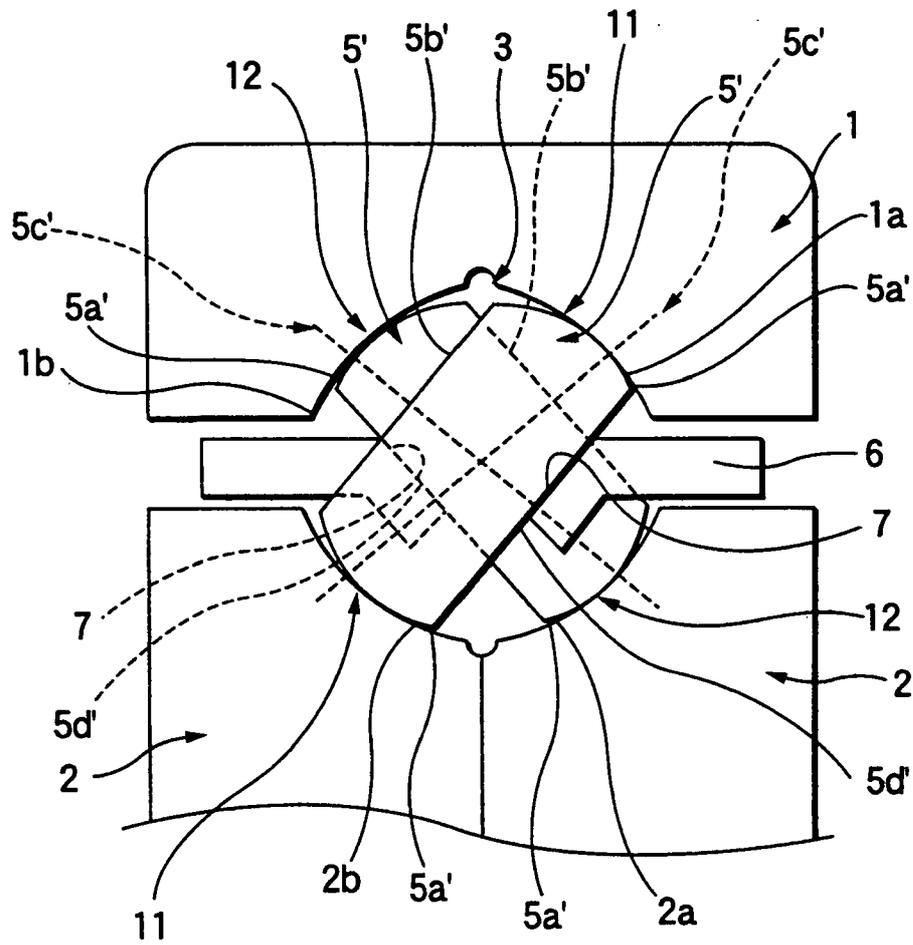


FIG.9

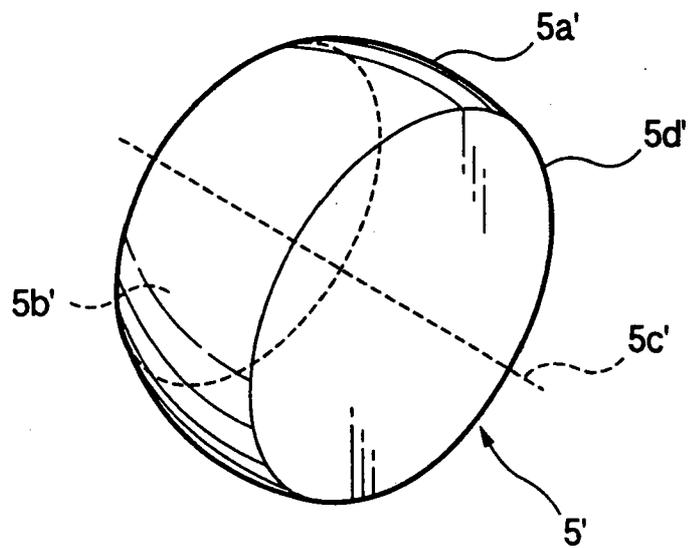


FIG.10

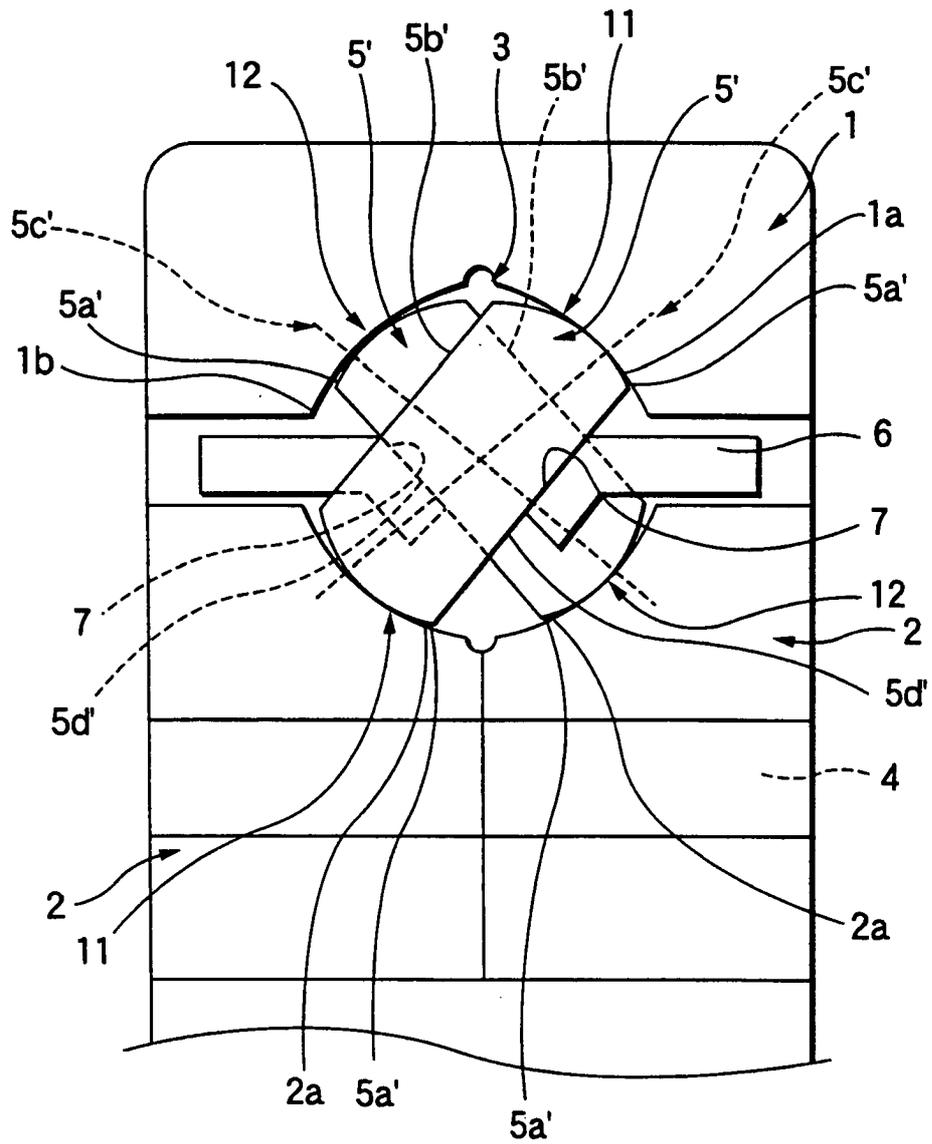


FIG.11

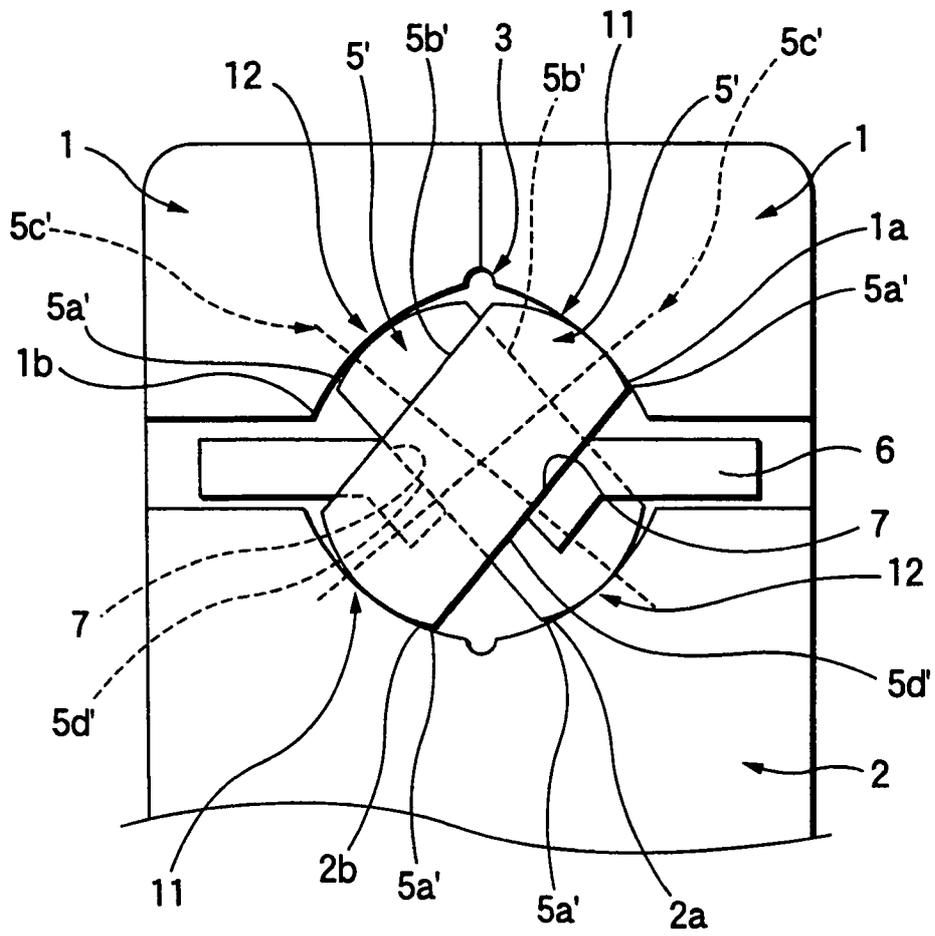


FIG.12

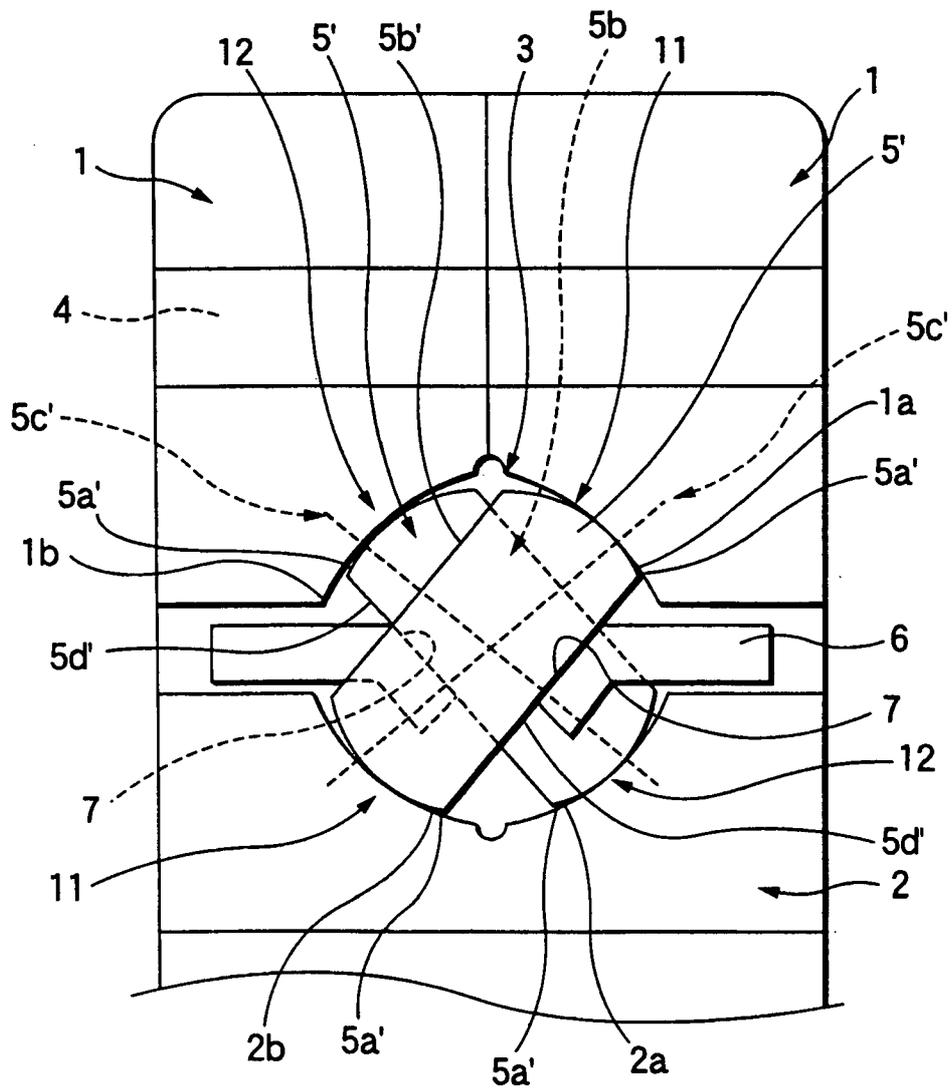


FIG.15

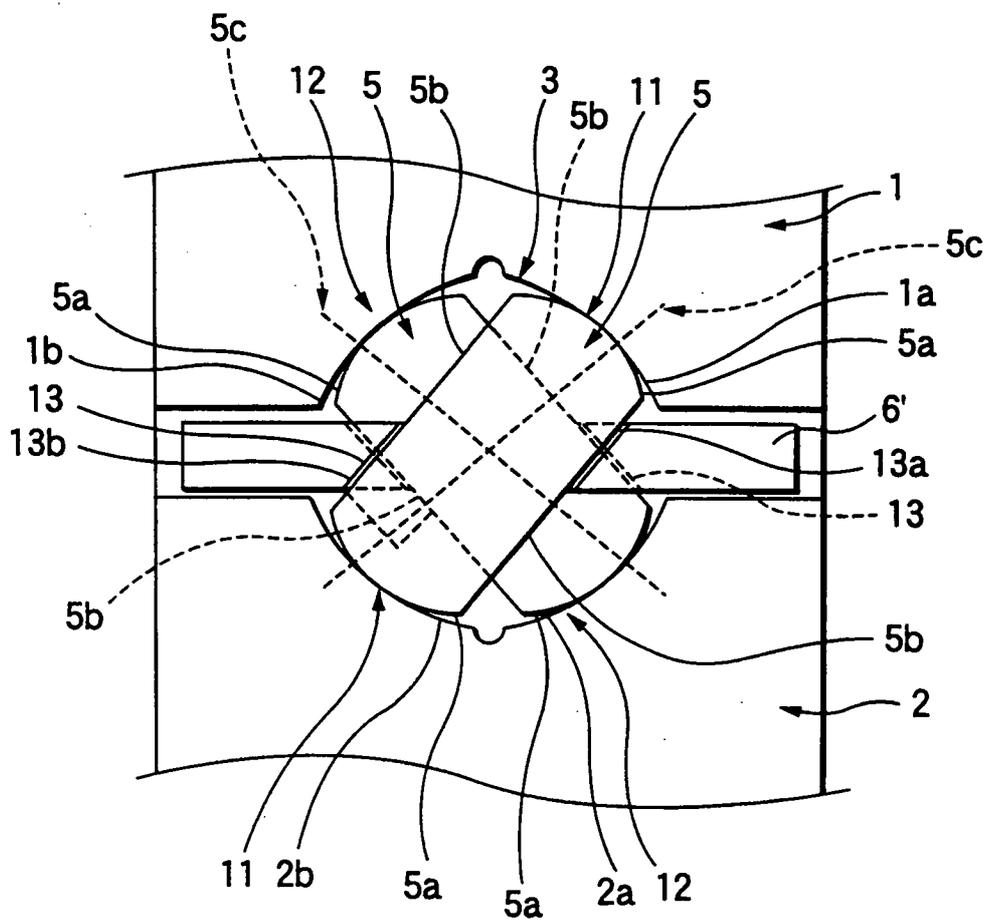


FIG.16

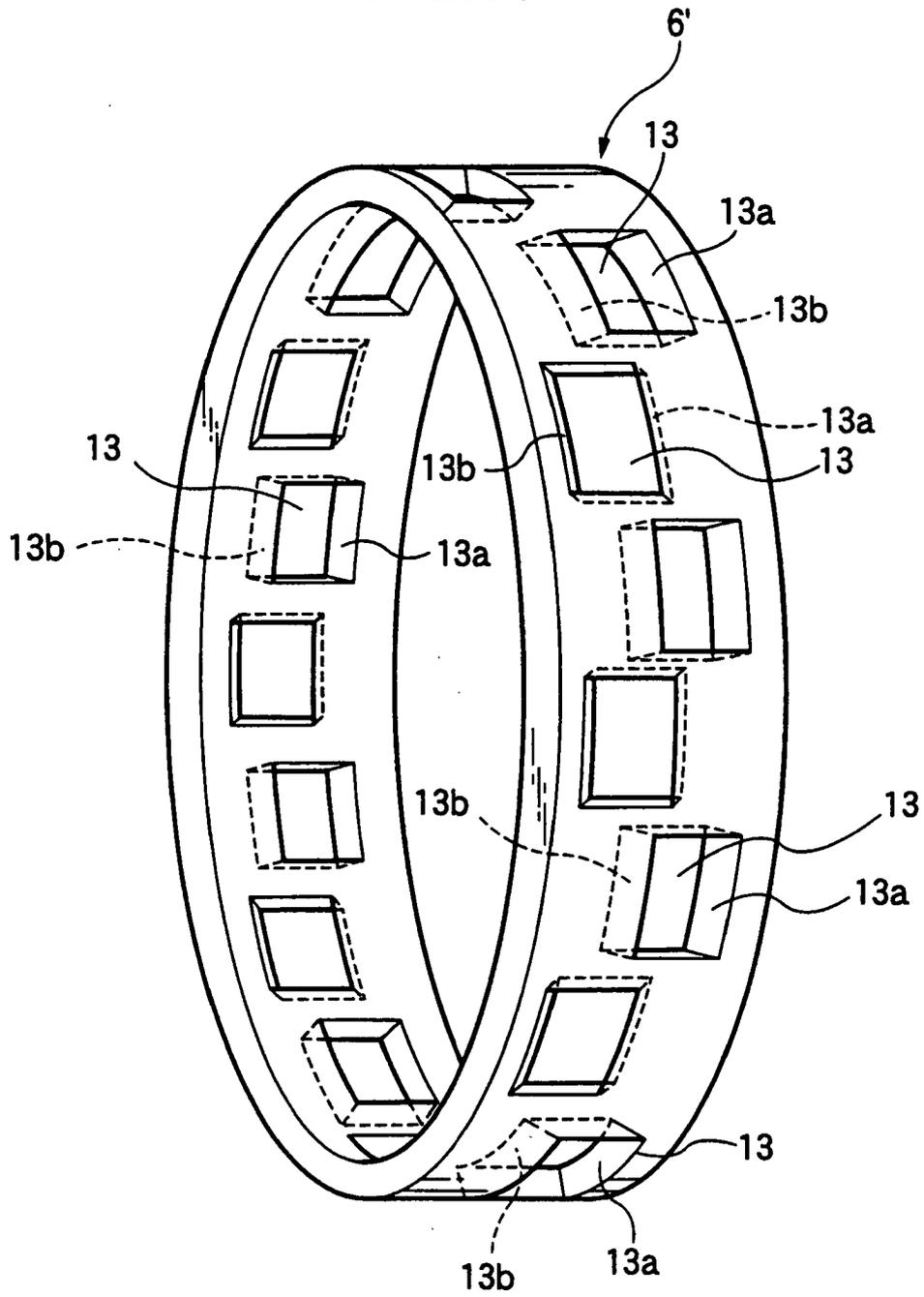


FIG.17

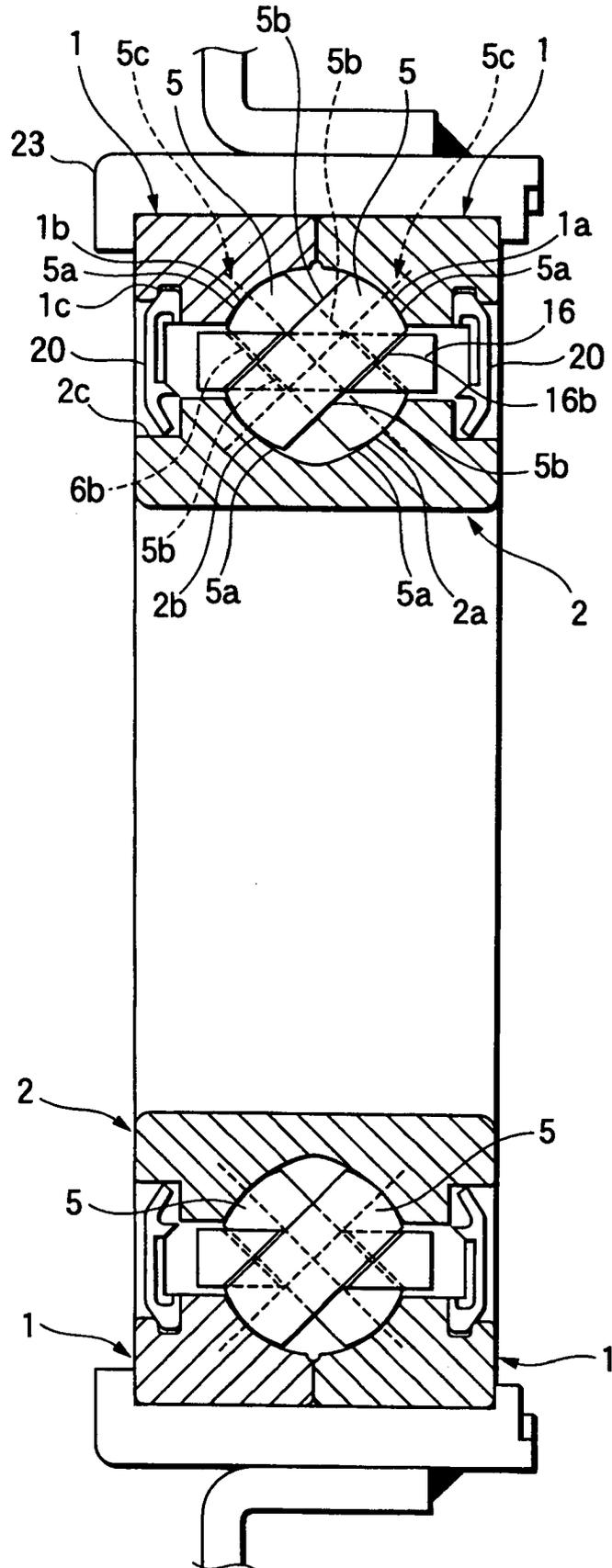


FIG.18

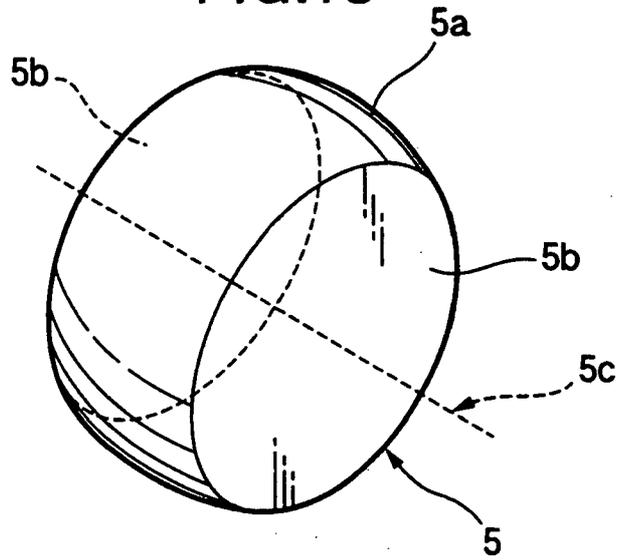


FIG.19

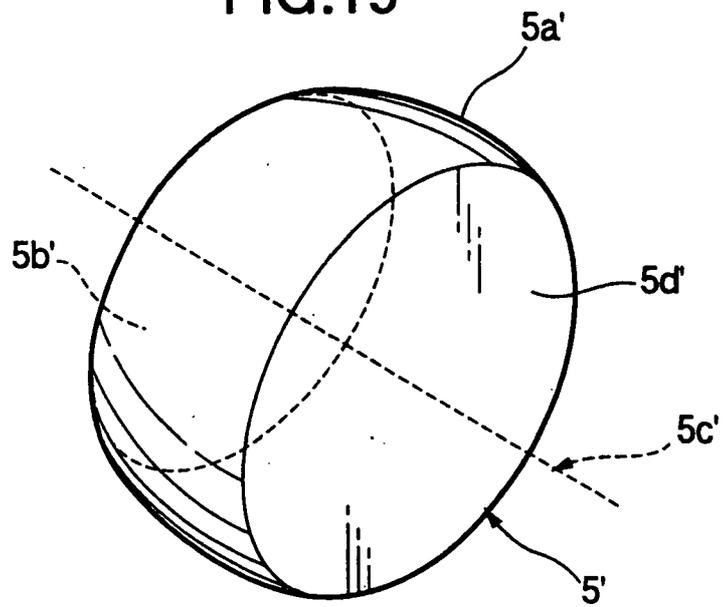


FIG.20

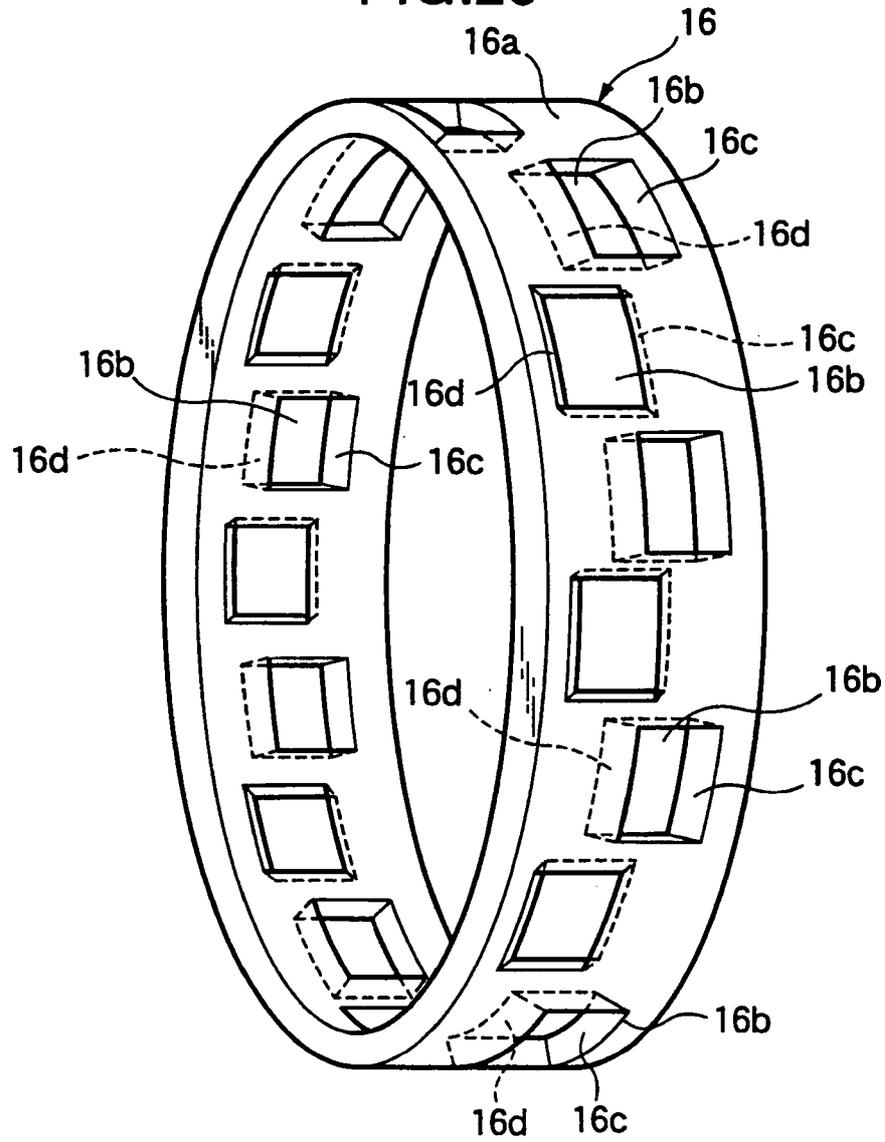


FIG.21

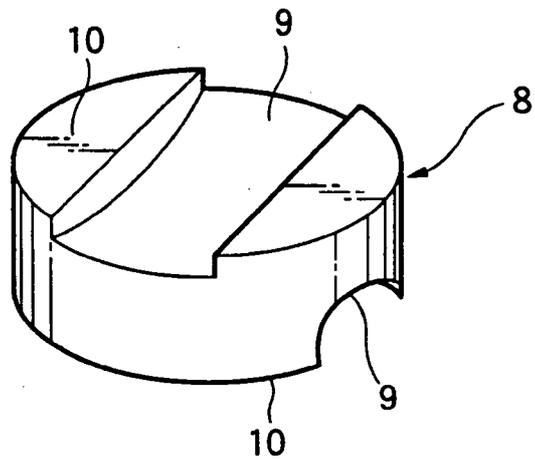


FIG.22

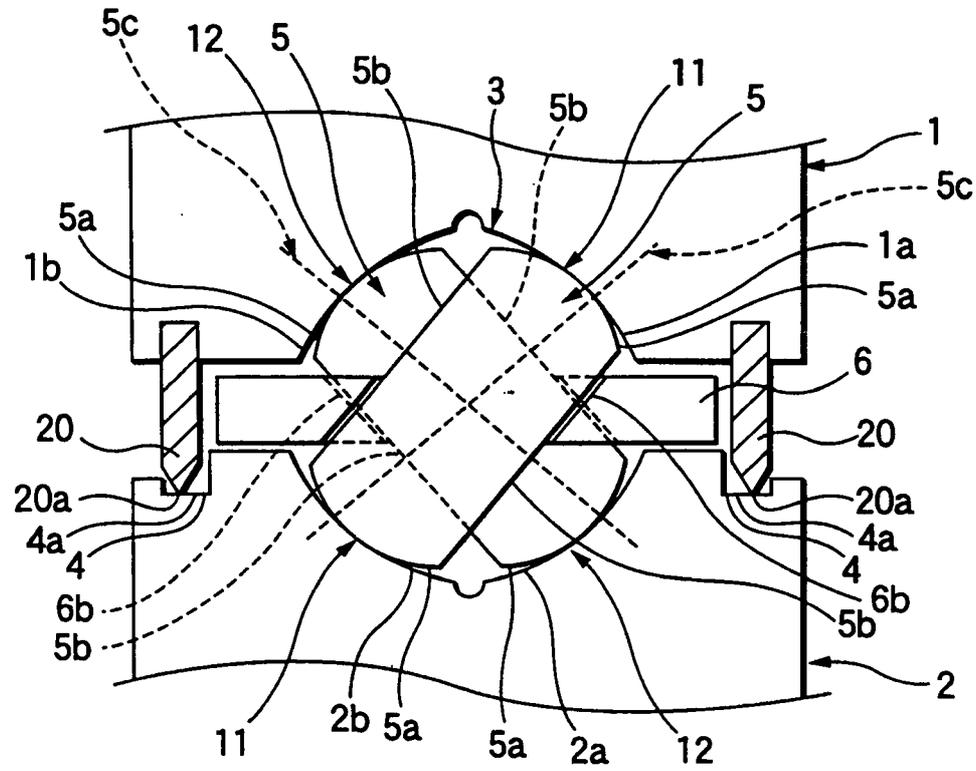


FIG.23

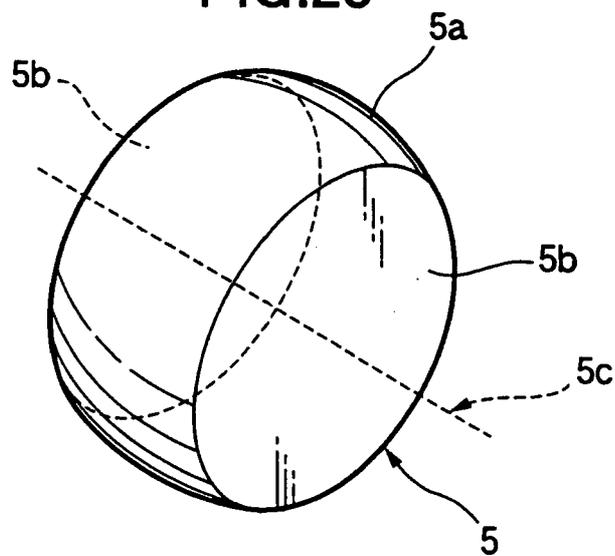


FIG.24

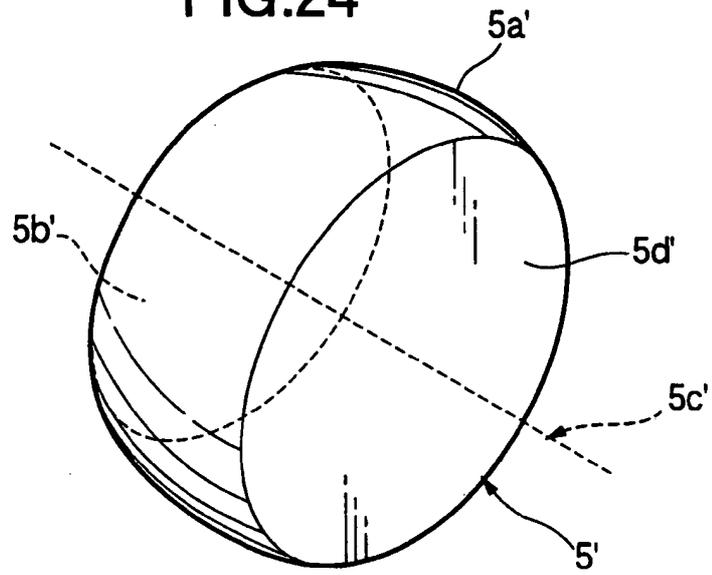


FIG.25

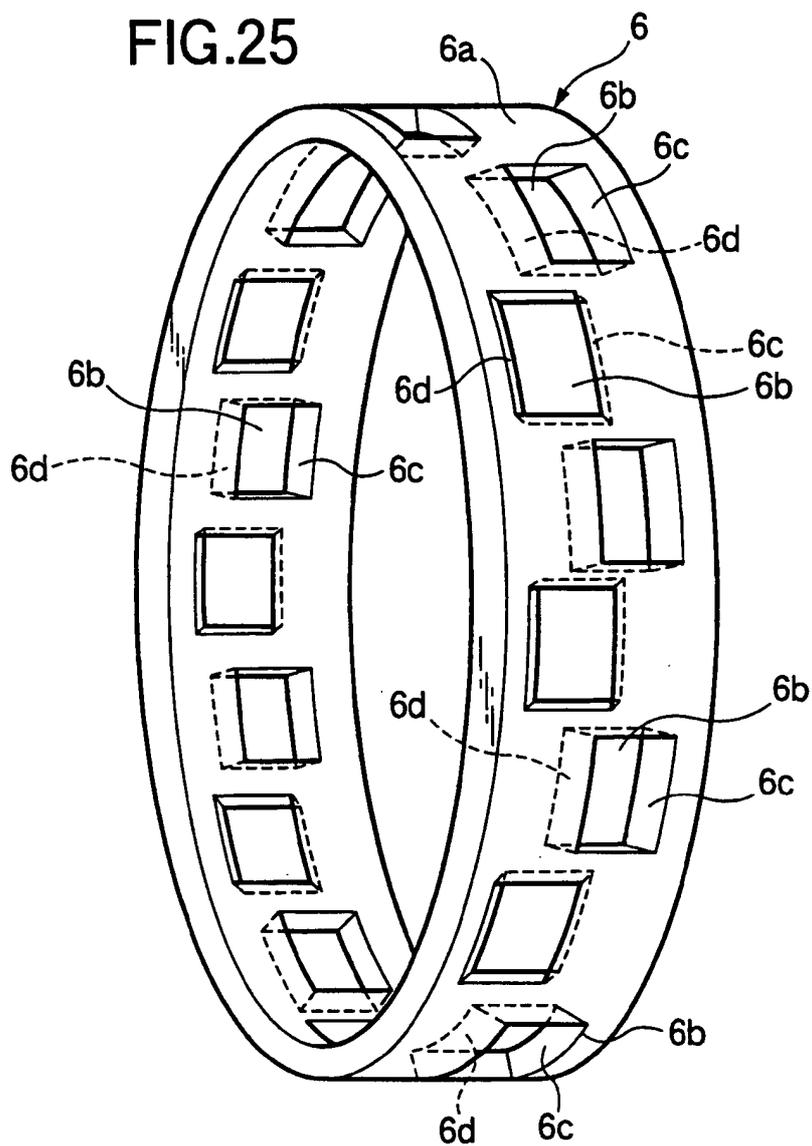


FIG.26

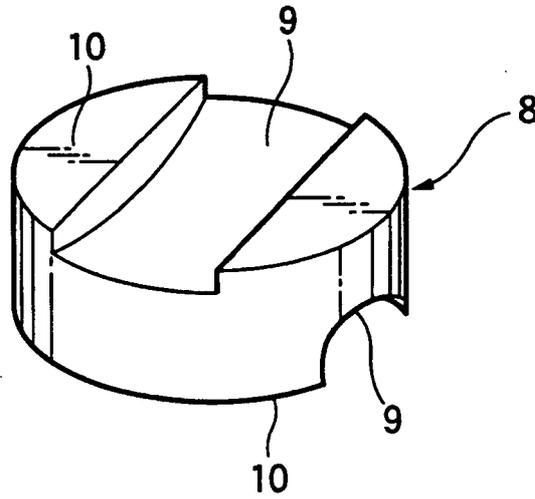


FIG.27

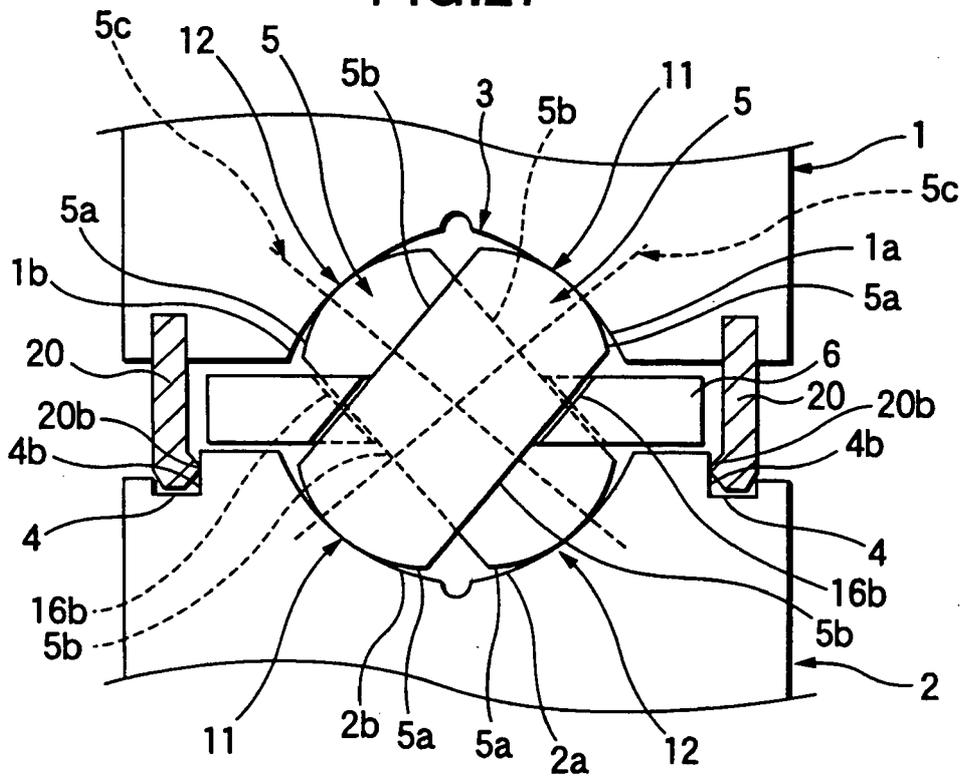


FIG.28

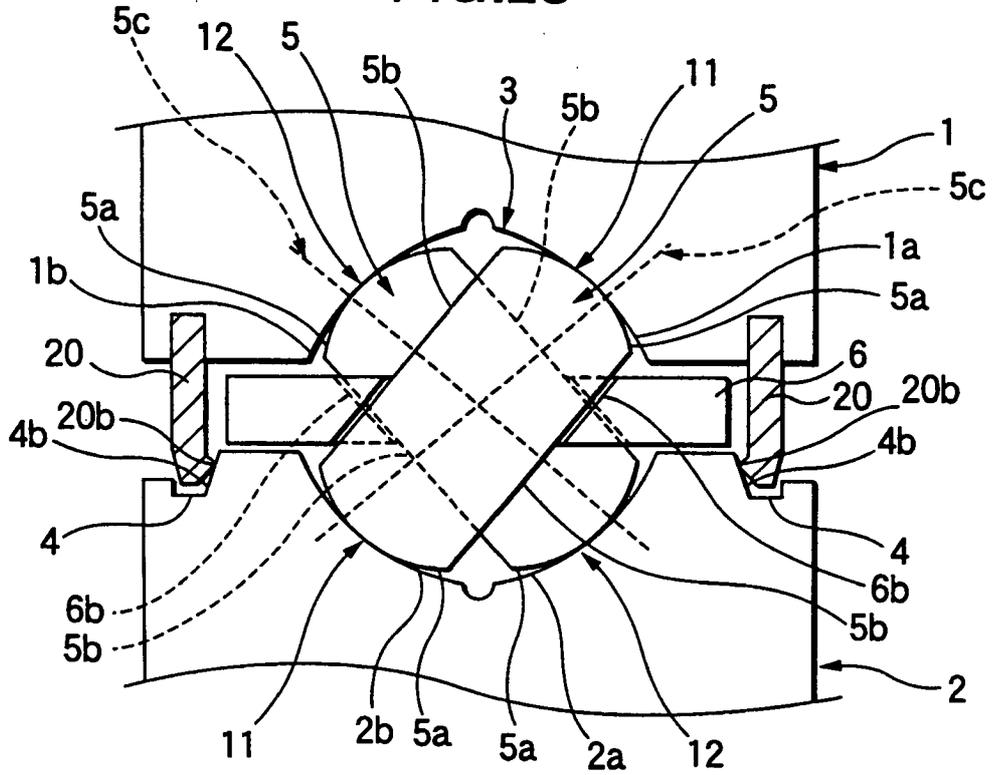


FIG.29

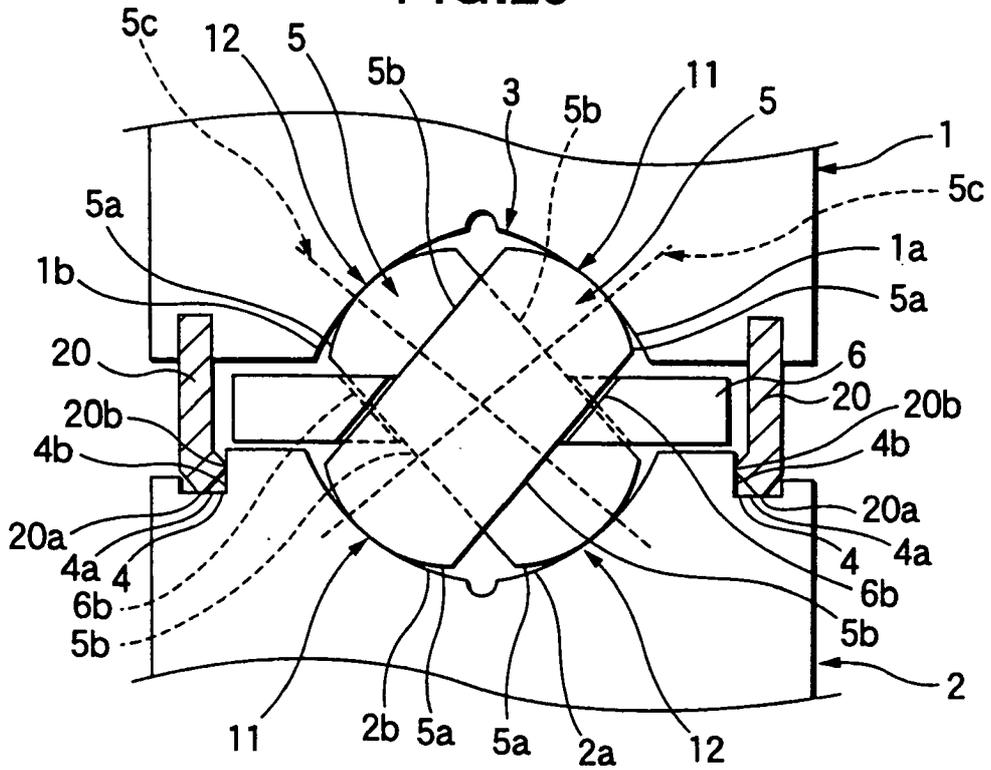


FIG.30

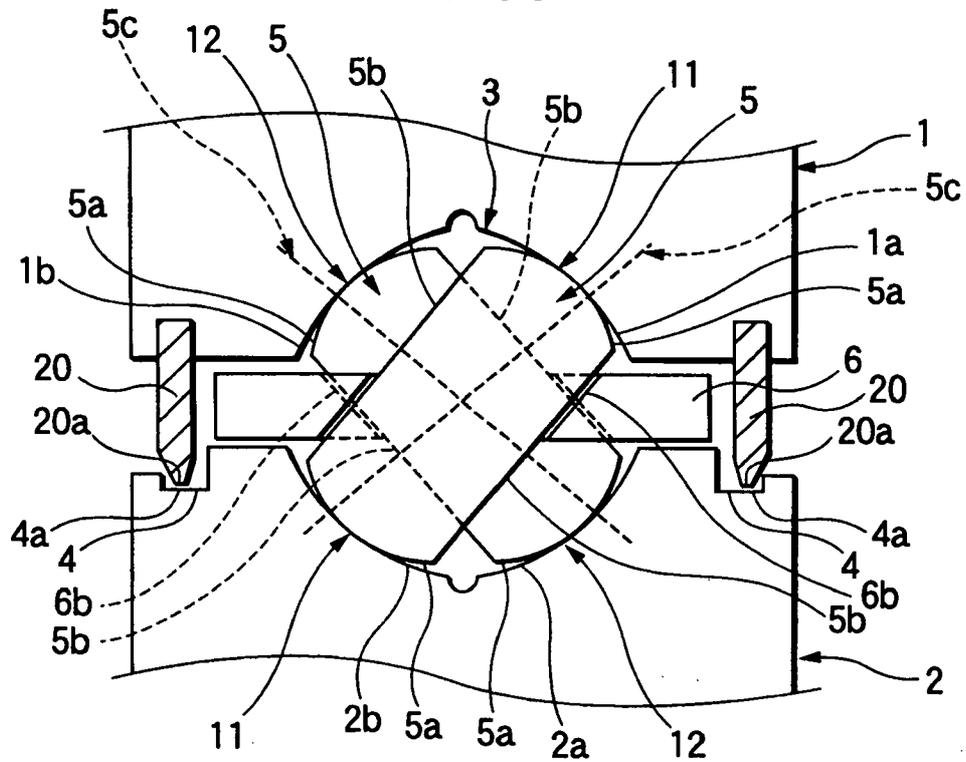


FIG.31

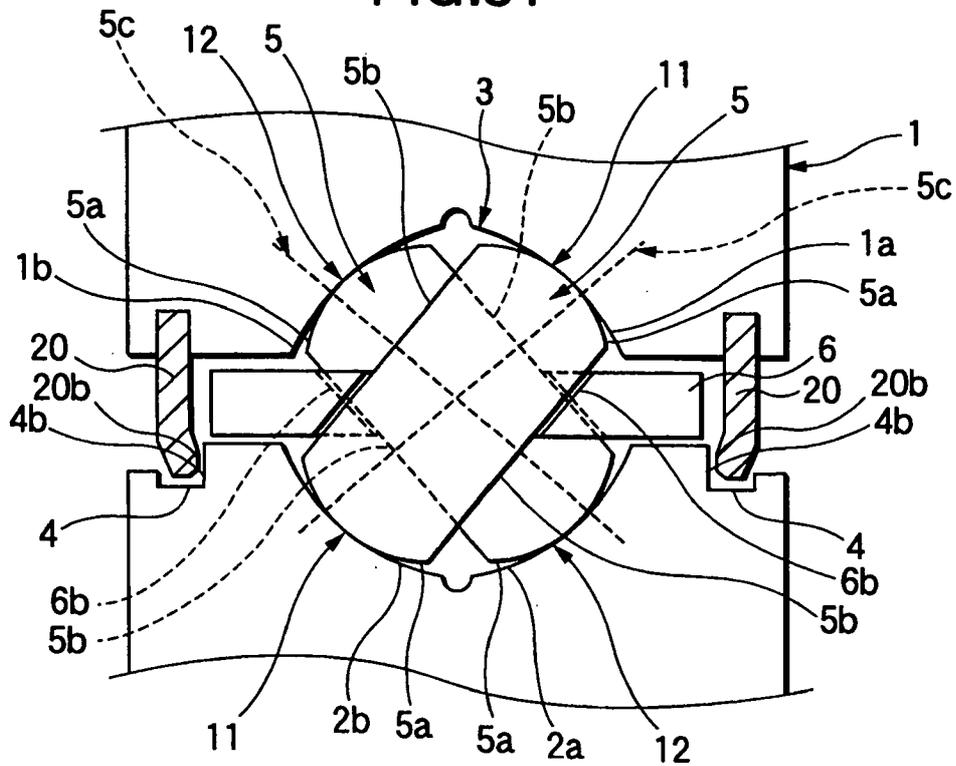


FIG.32

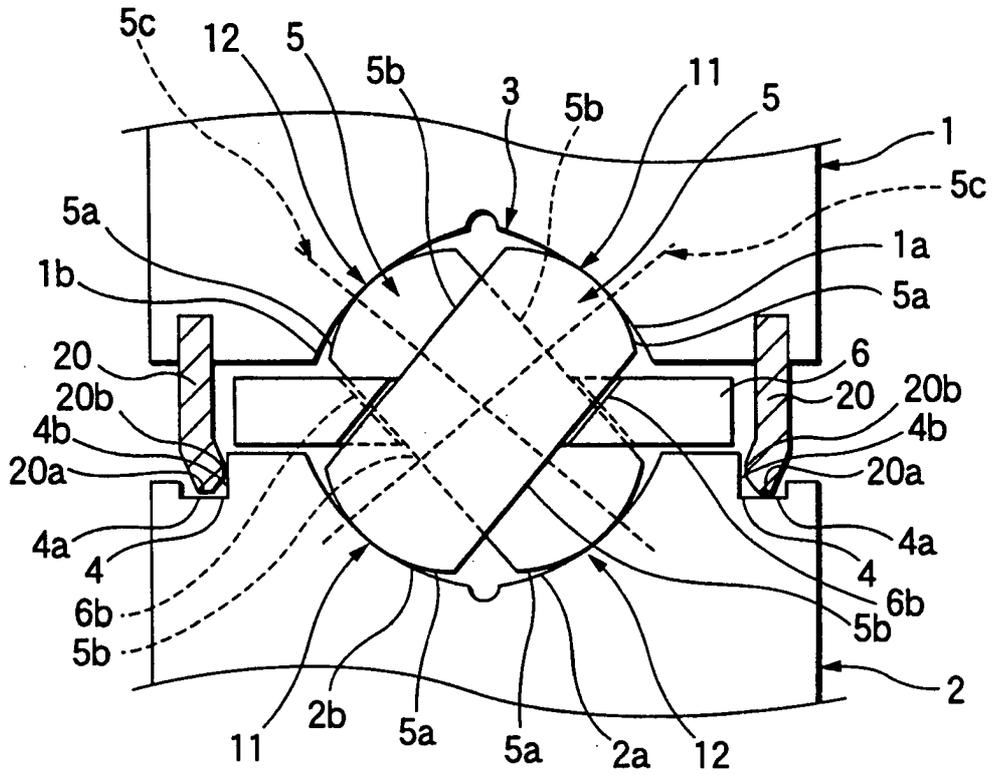


FIG.33

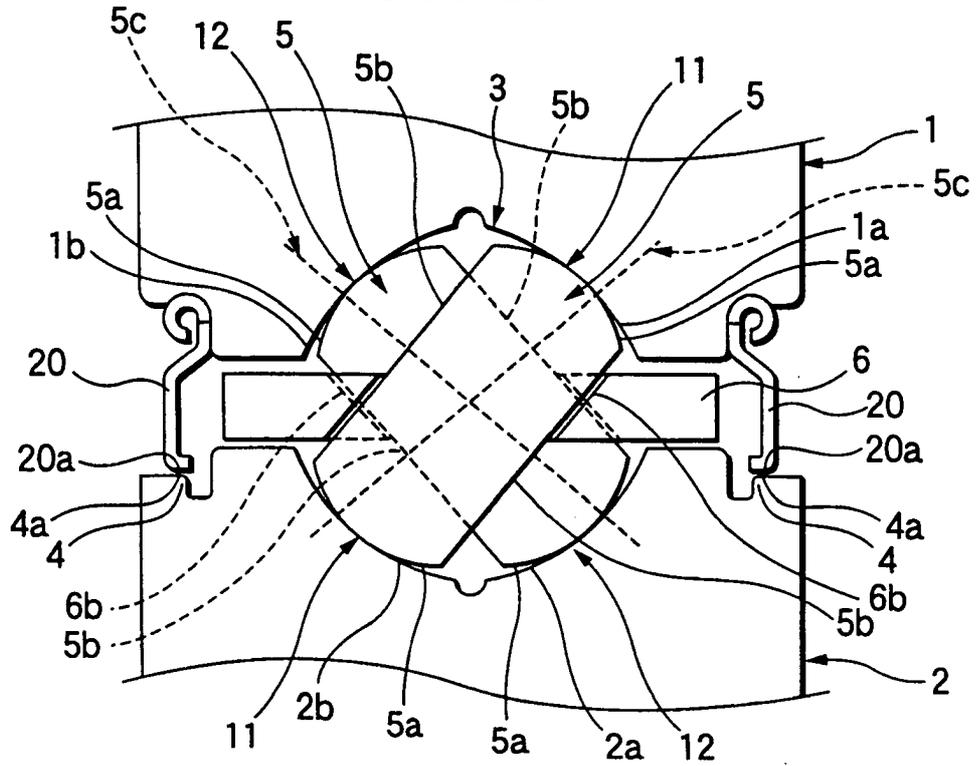


FIG.34

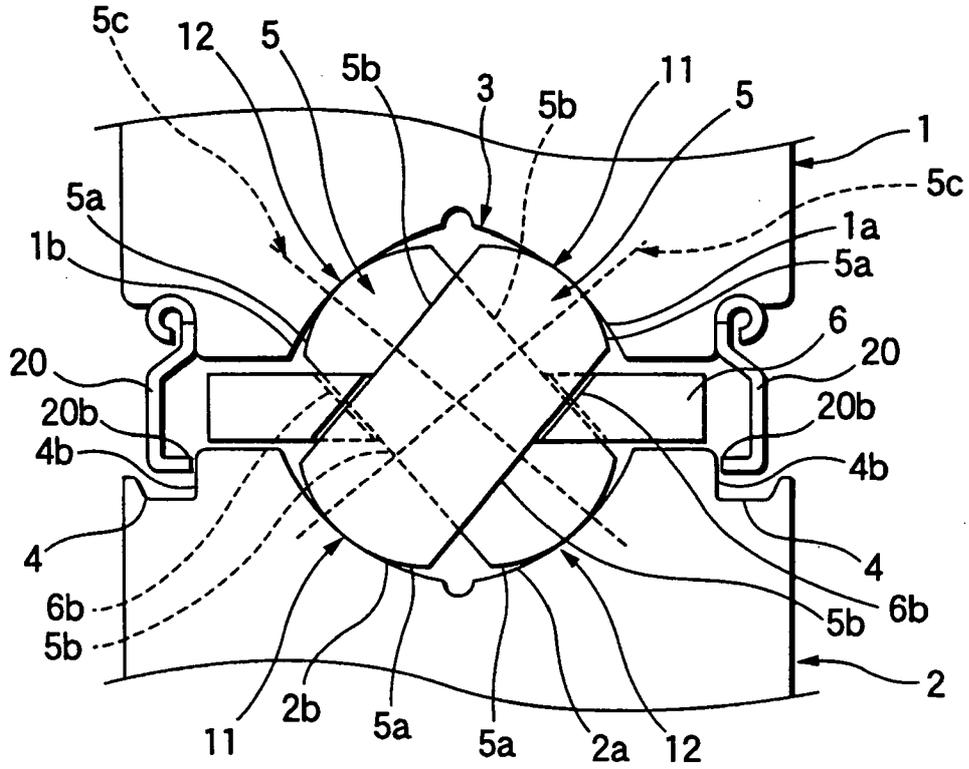


FIG.35

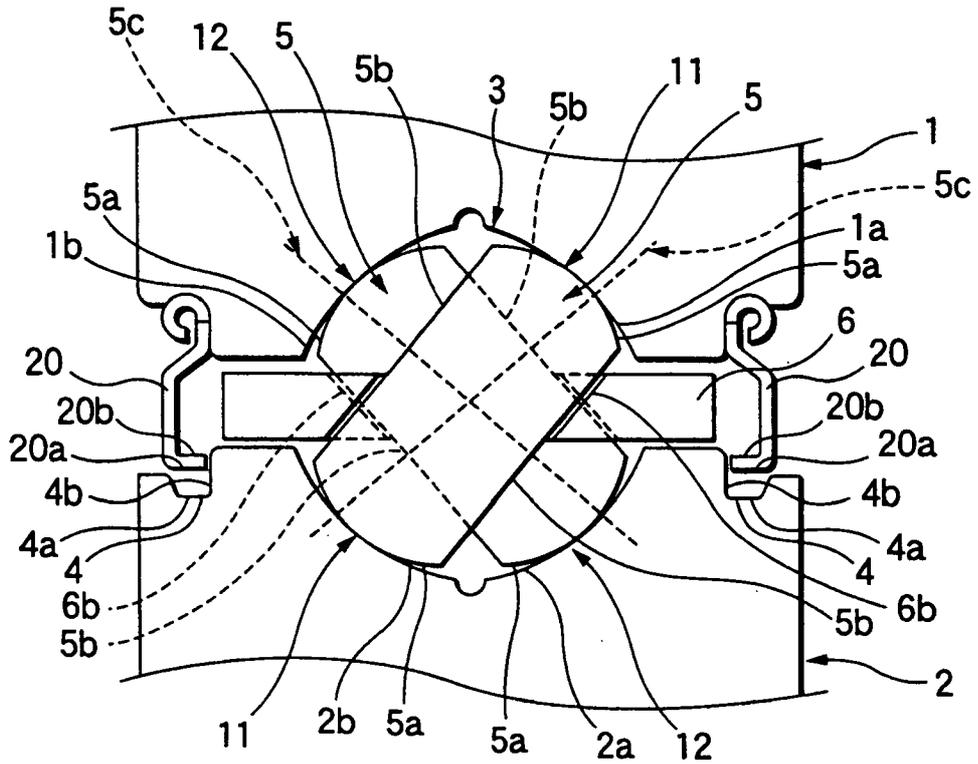


FIG.36

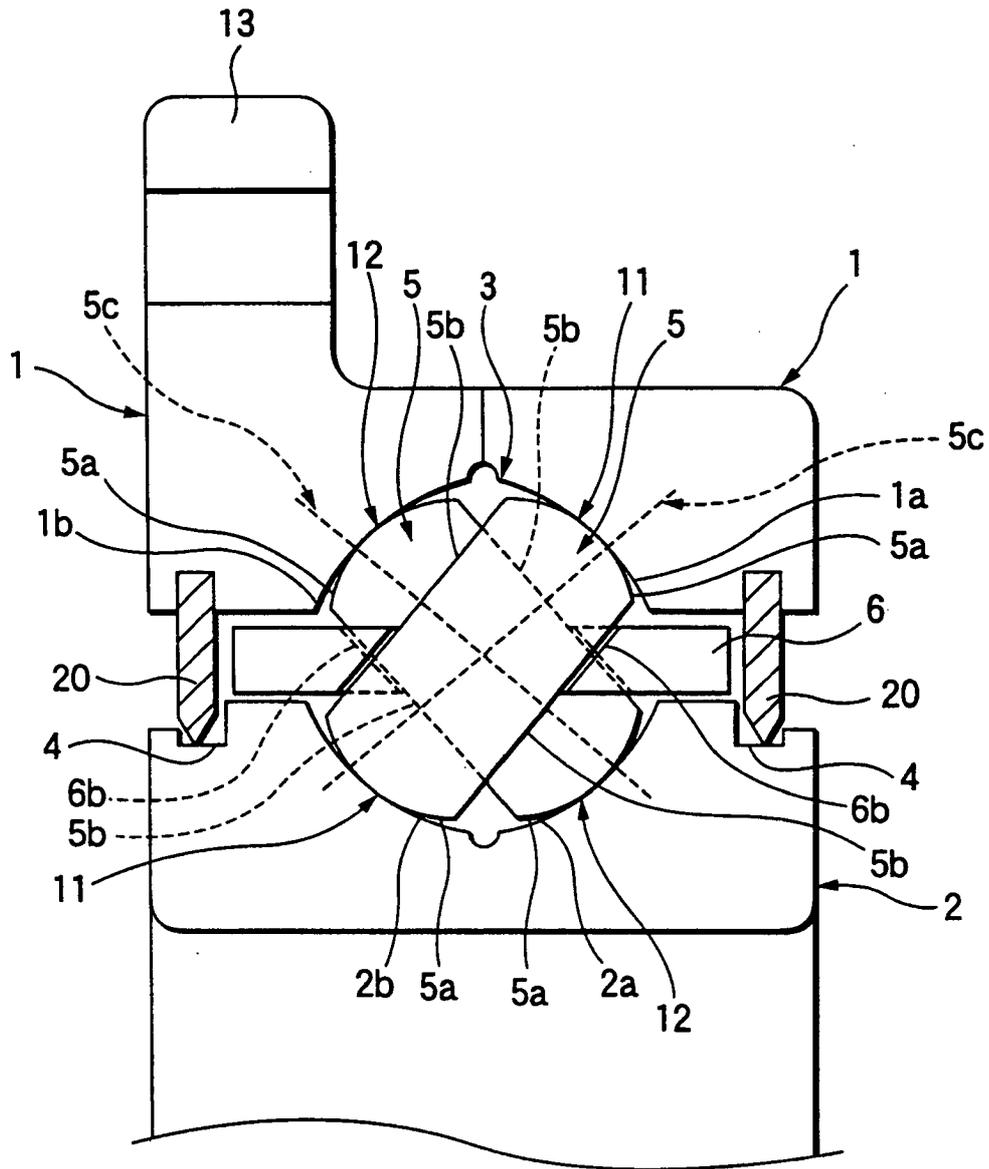


FIG.37

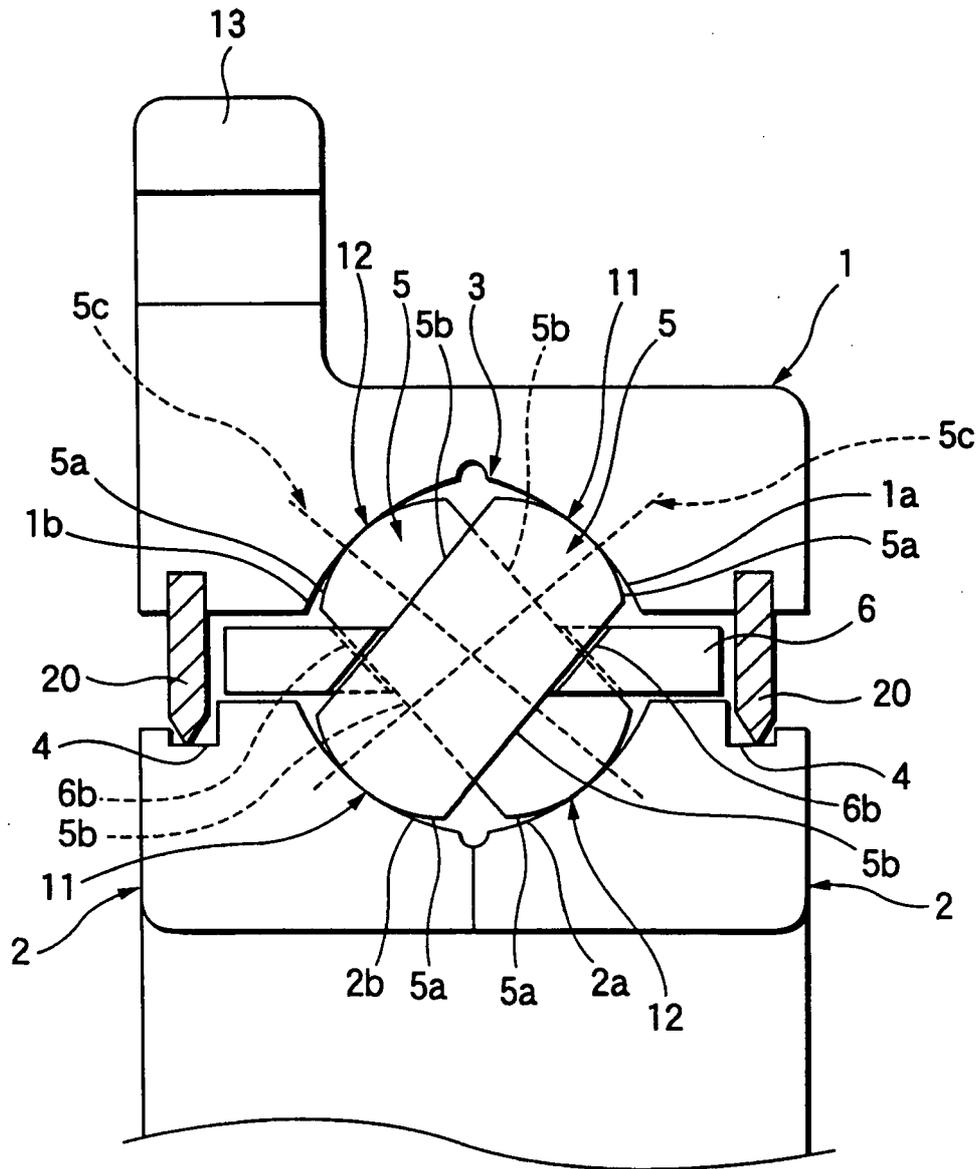


FIG.41

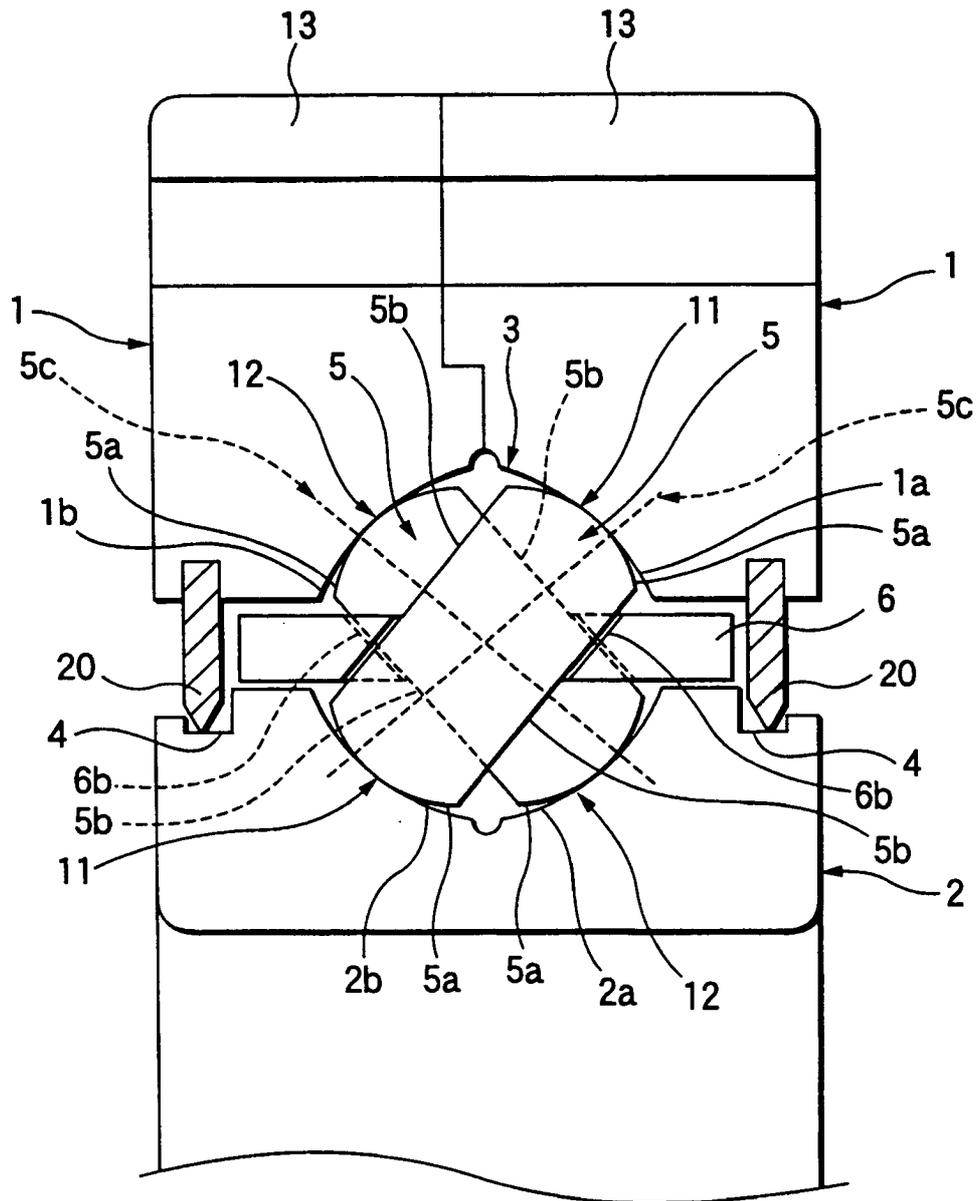


FIG.42

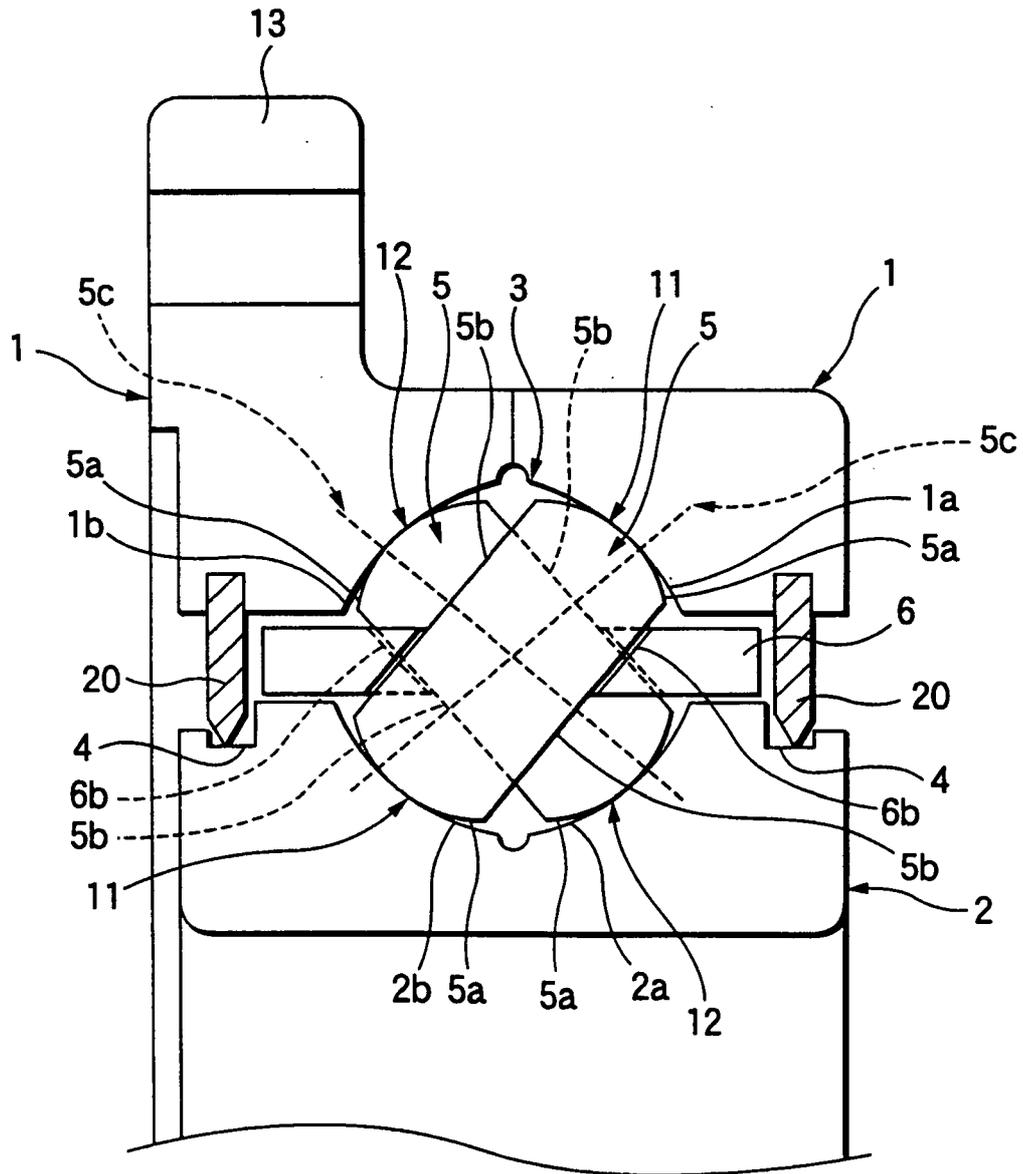


FIG.43

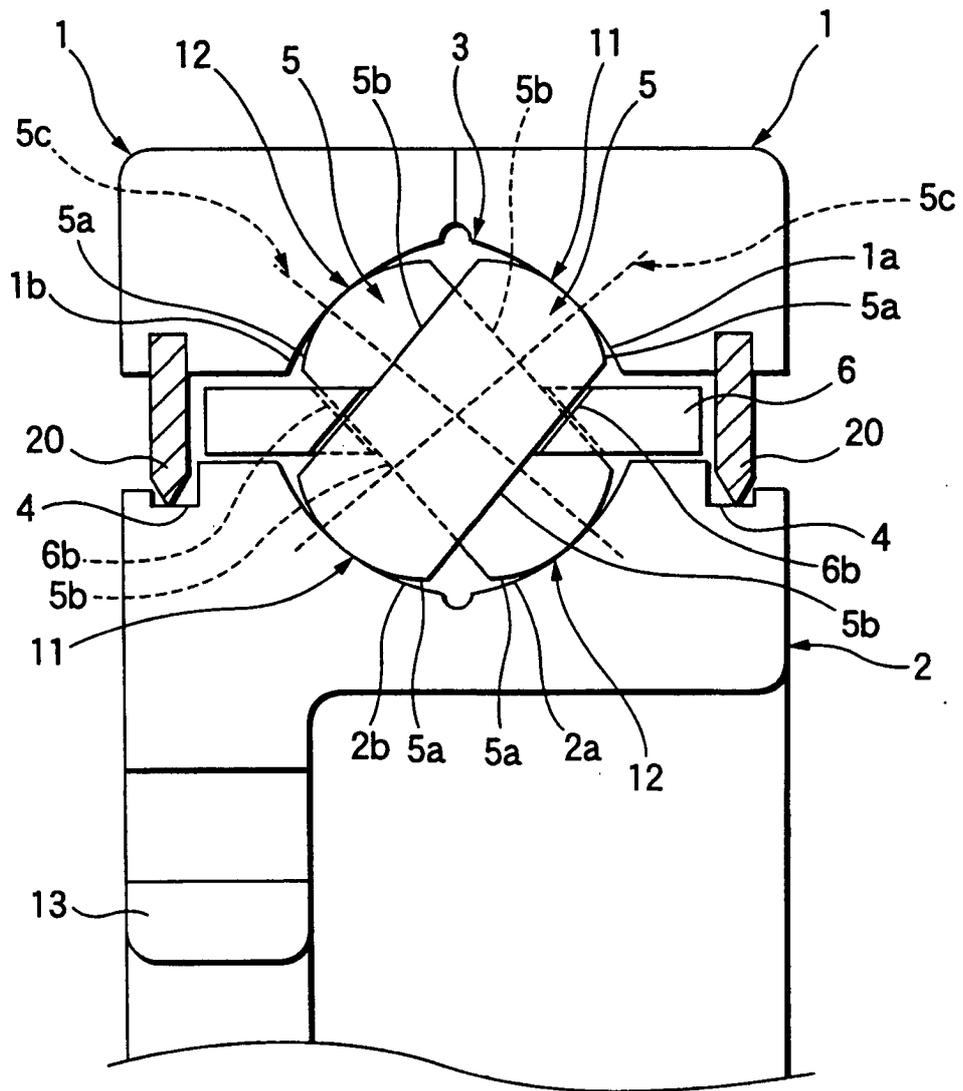


FIG.44

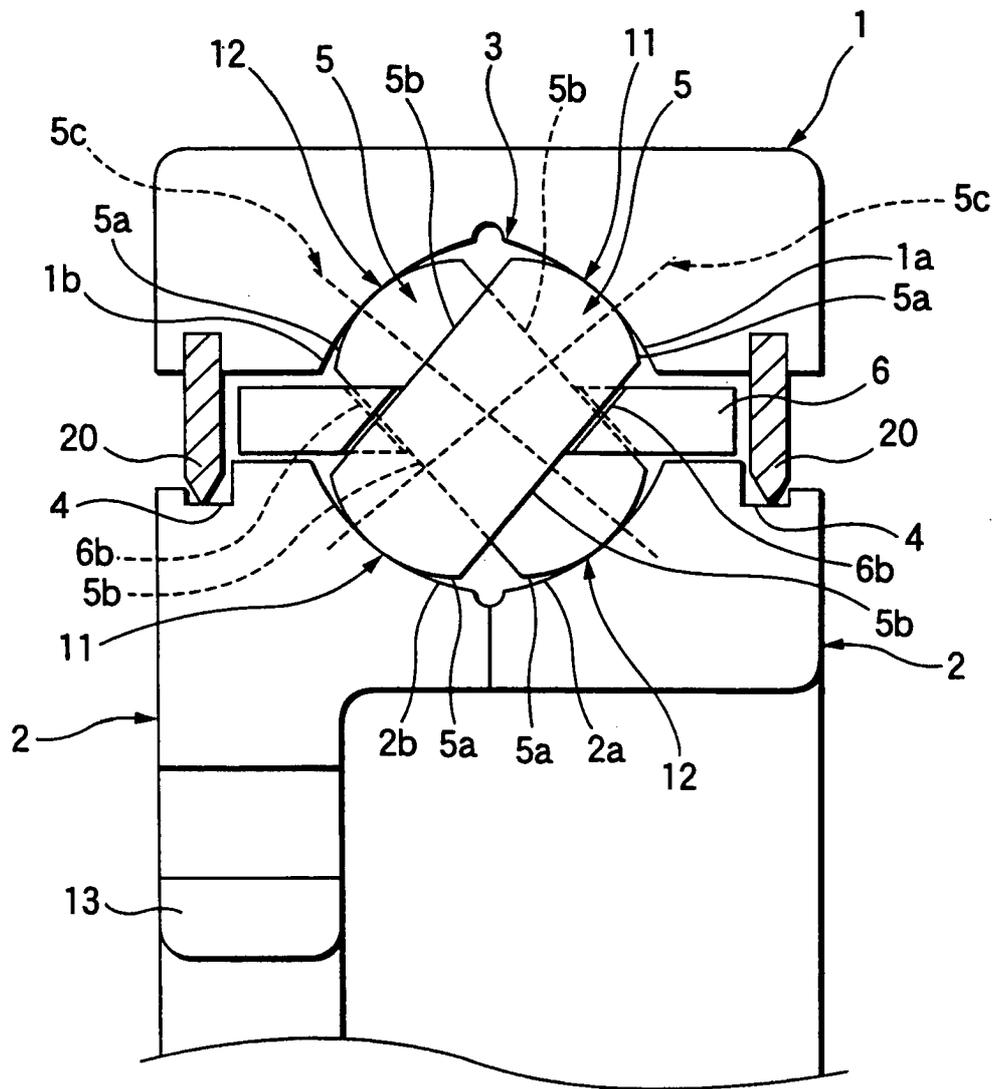


FIG.45

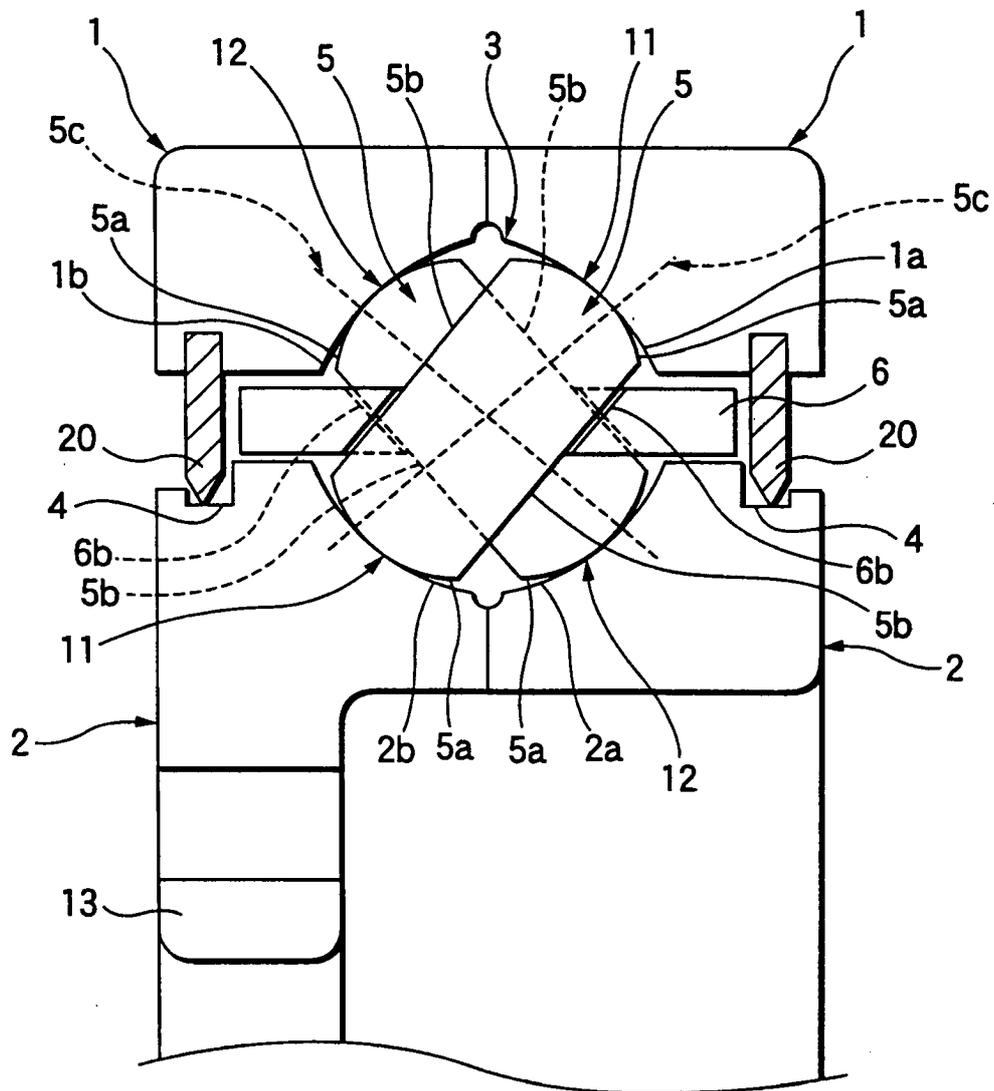


FIG.46

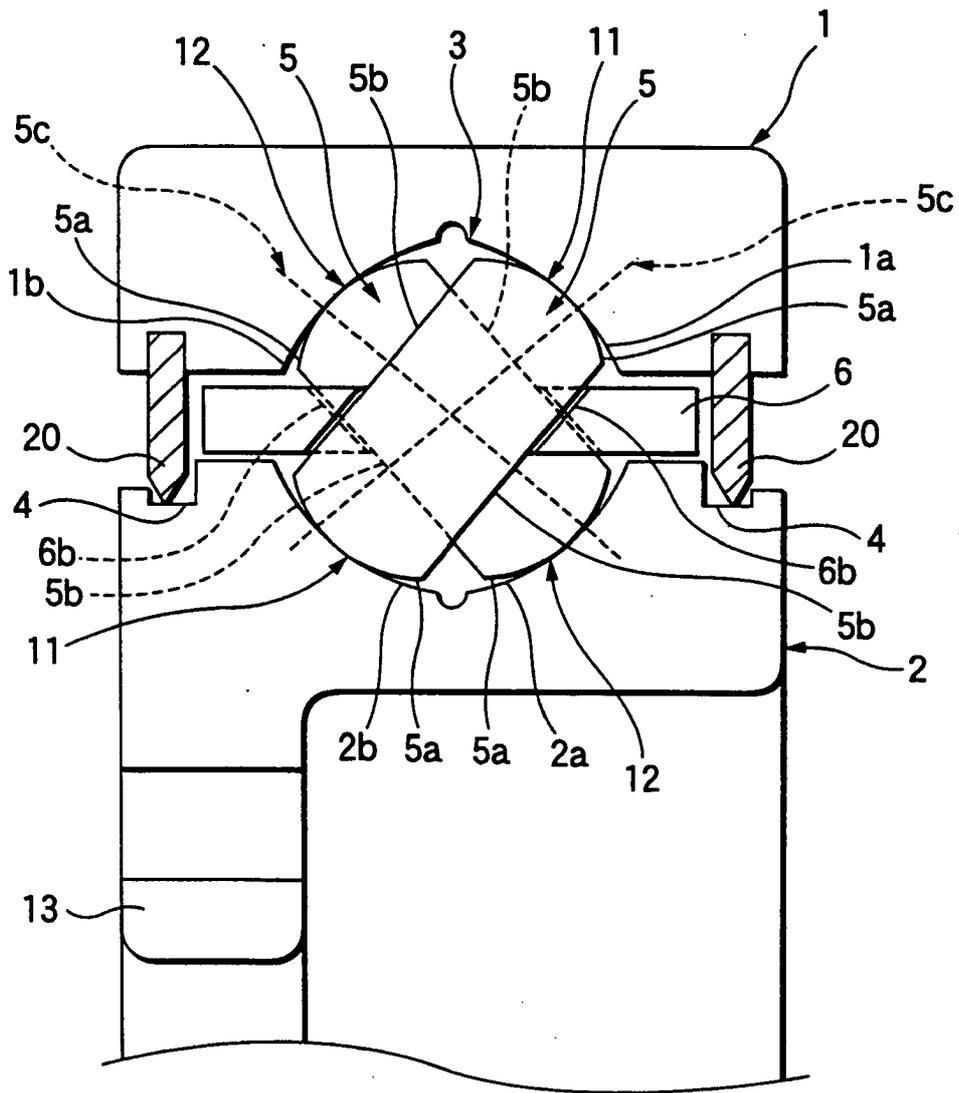


FIG.47

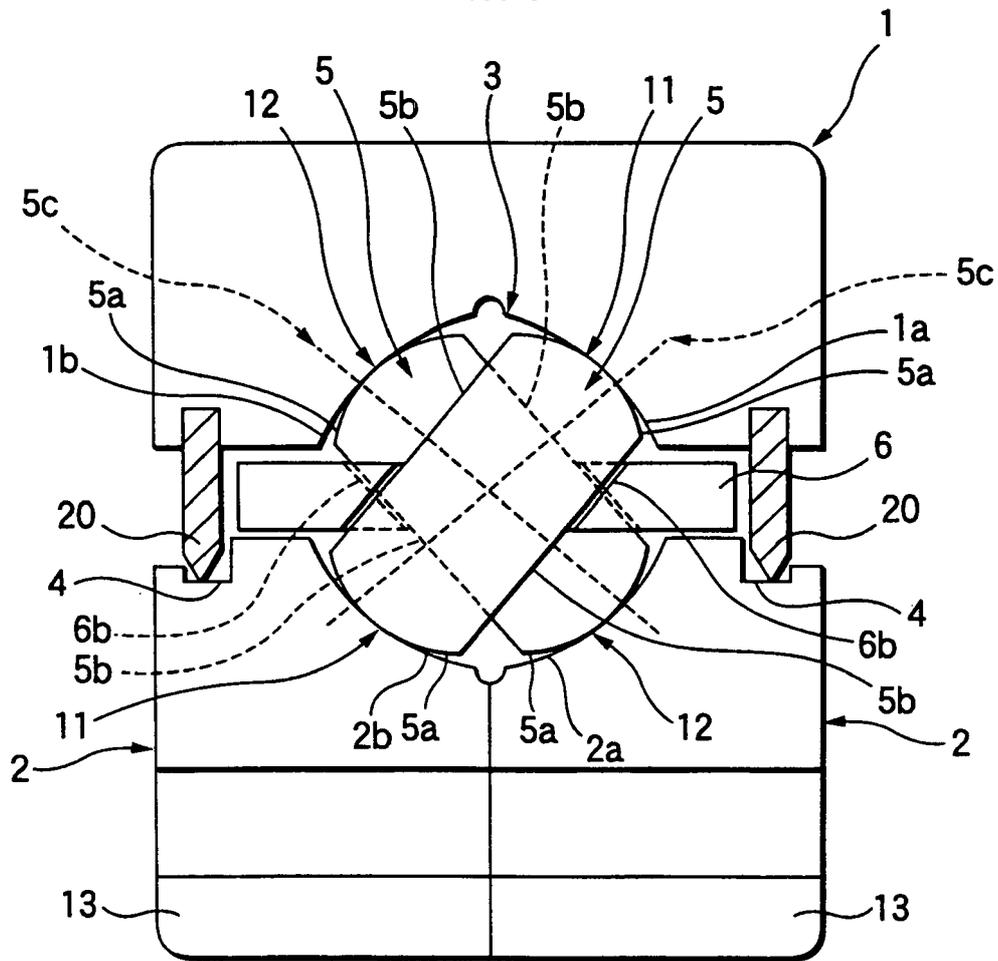


FIG.48

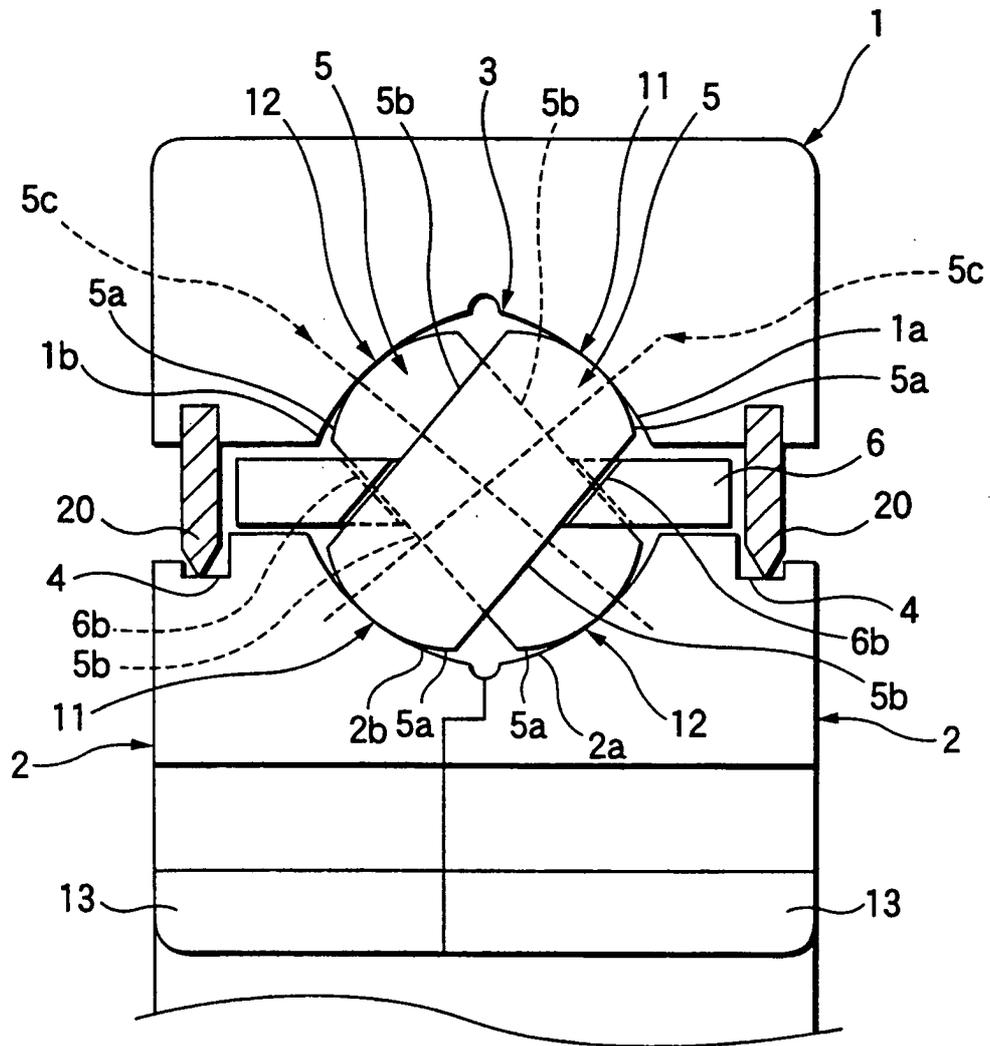


FIG.49

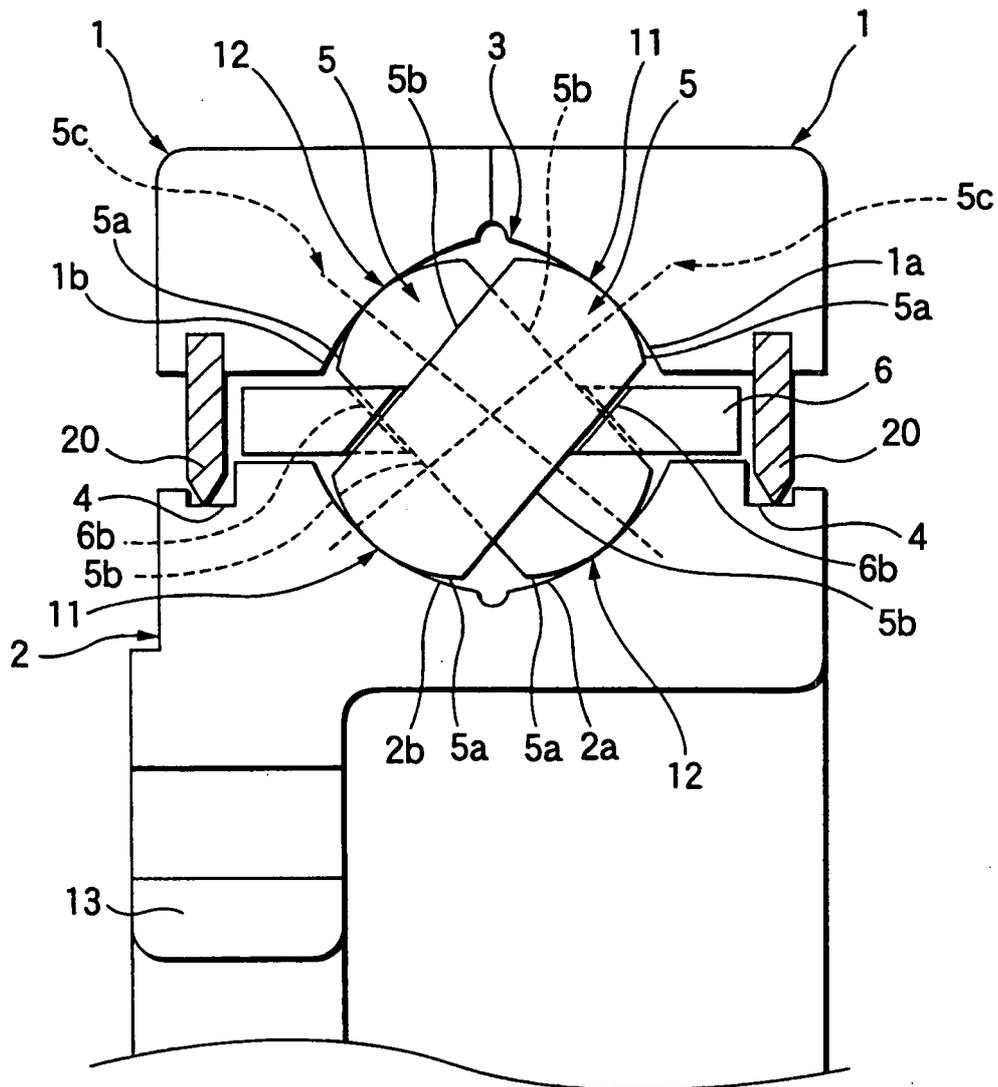


FIG.53

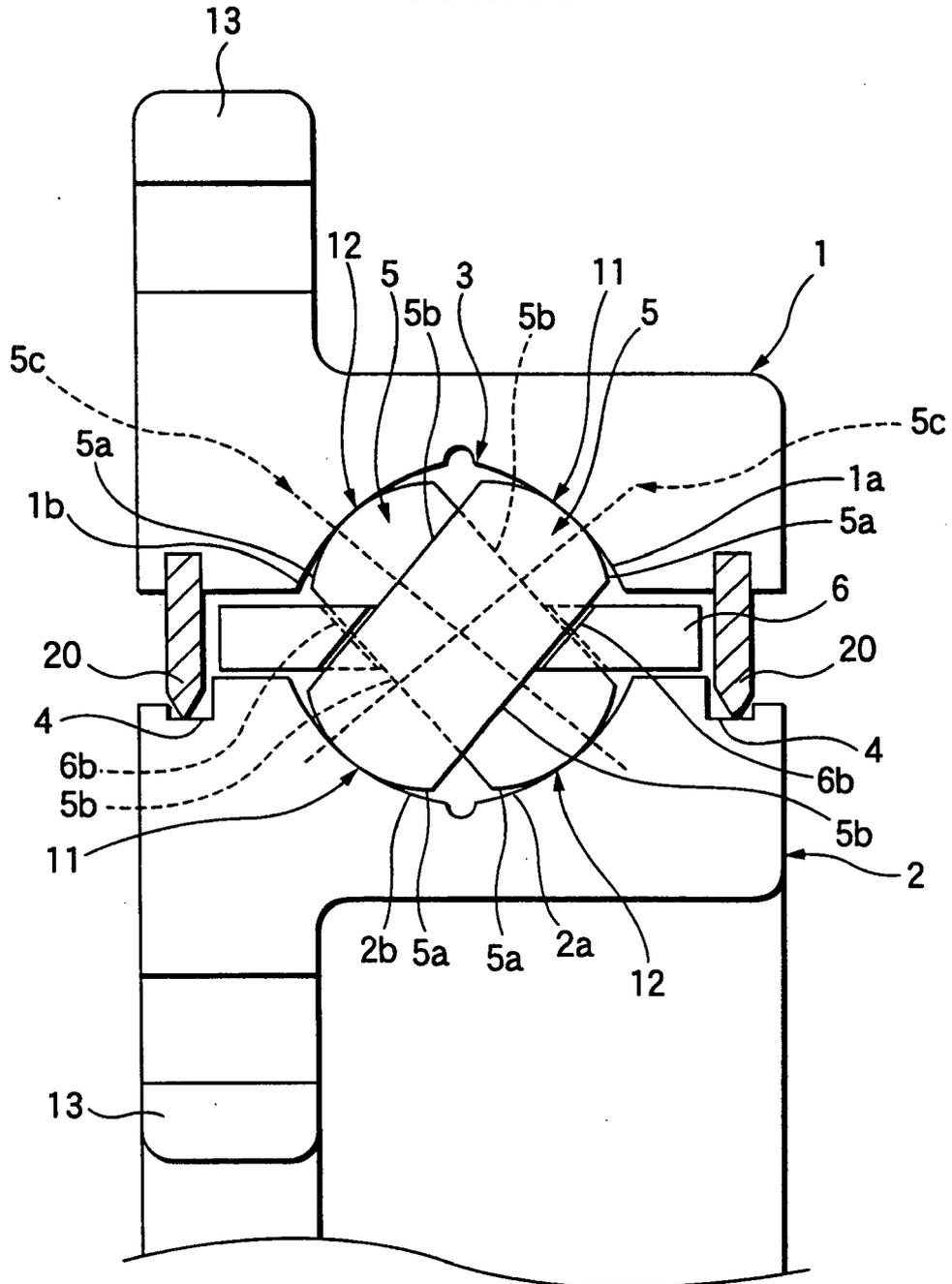


FIG.54

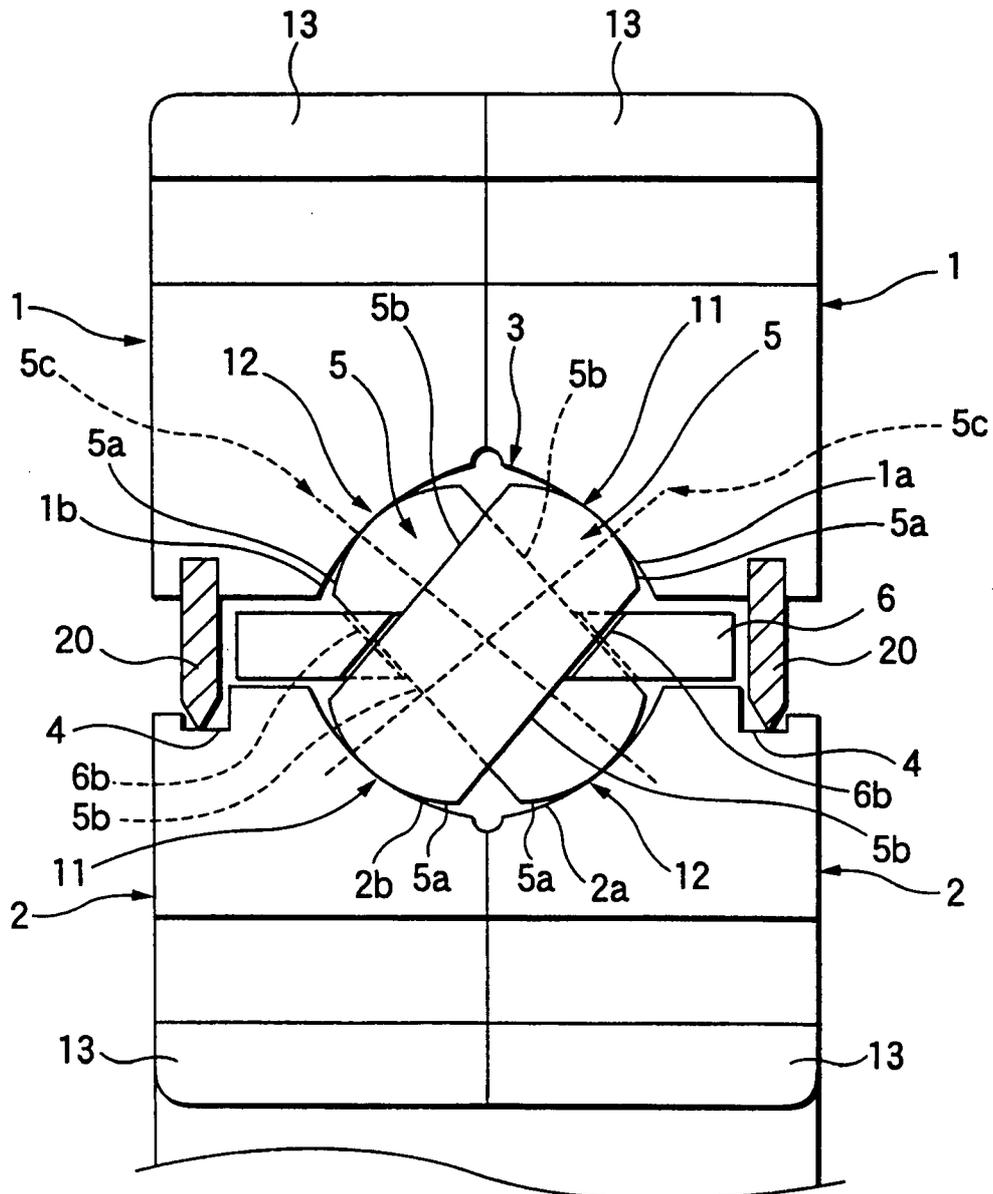


FIG.55

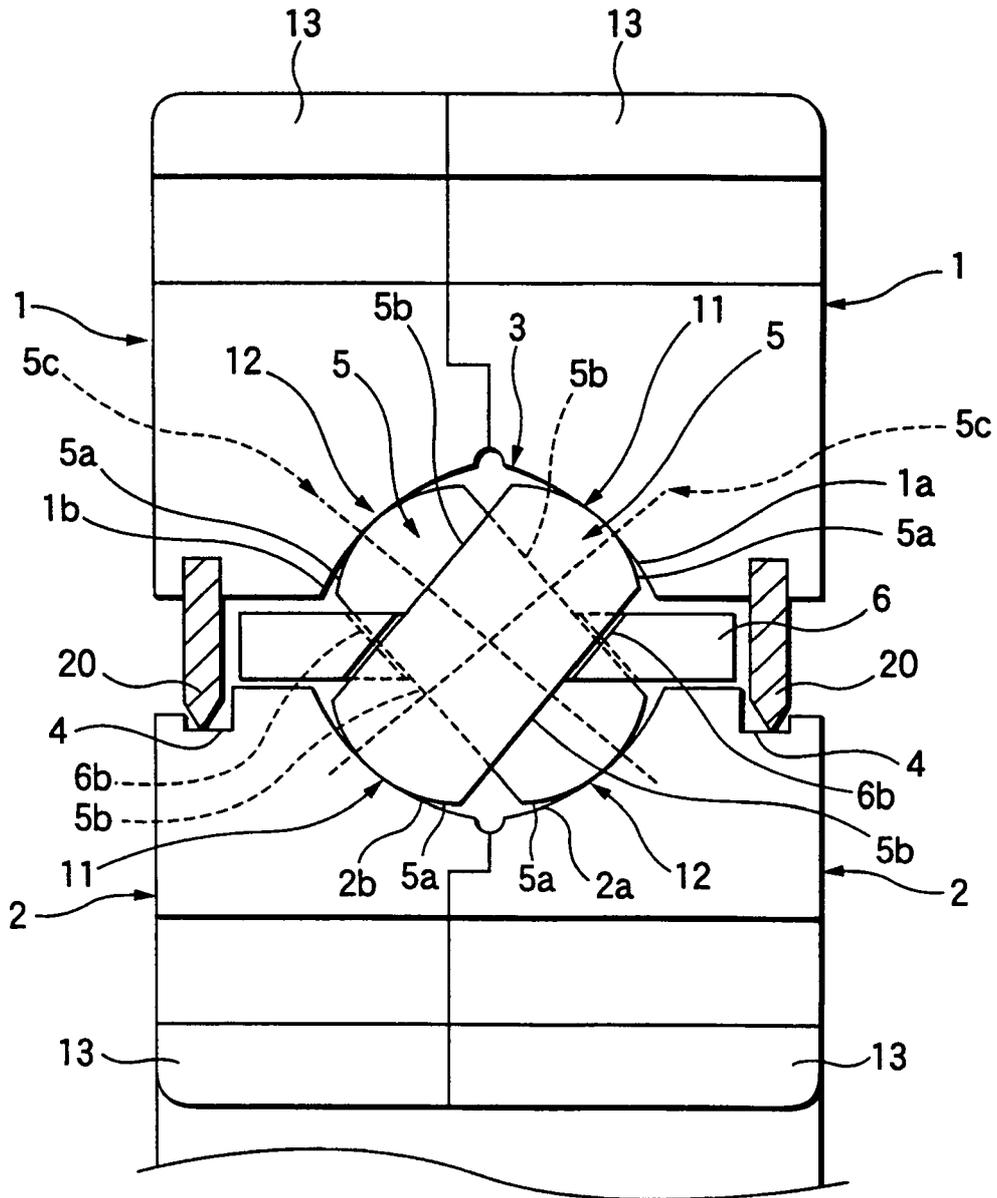


FIG.56

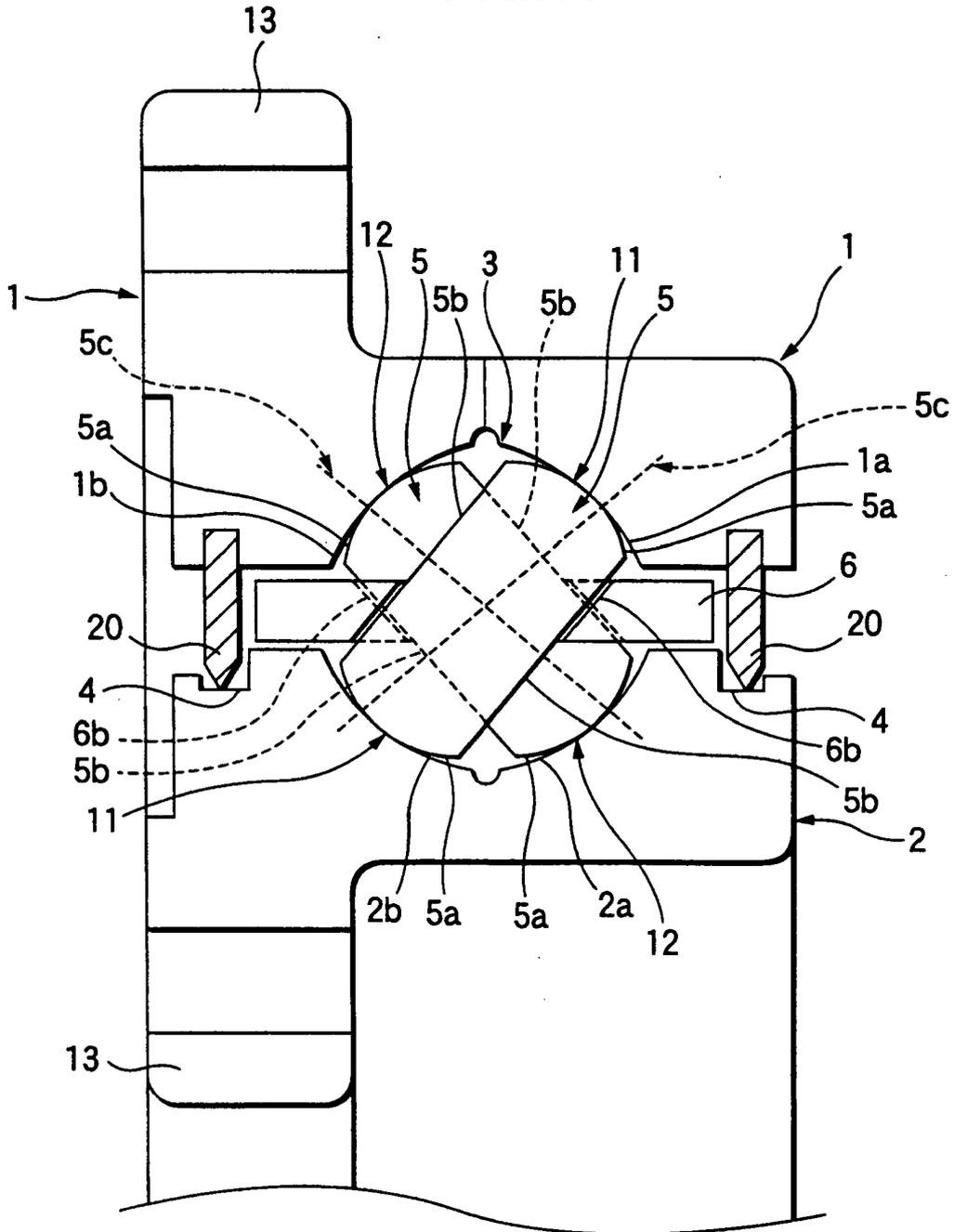


FIG.57

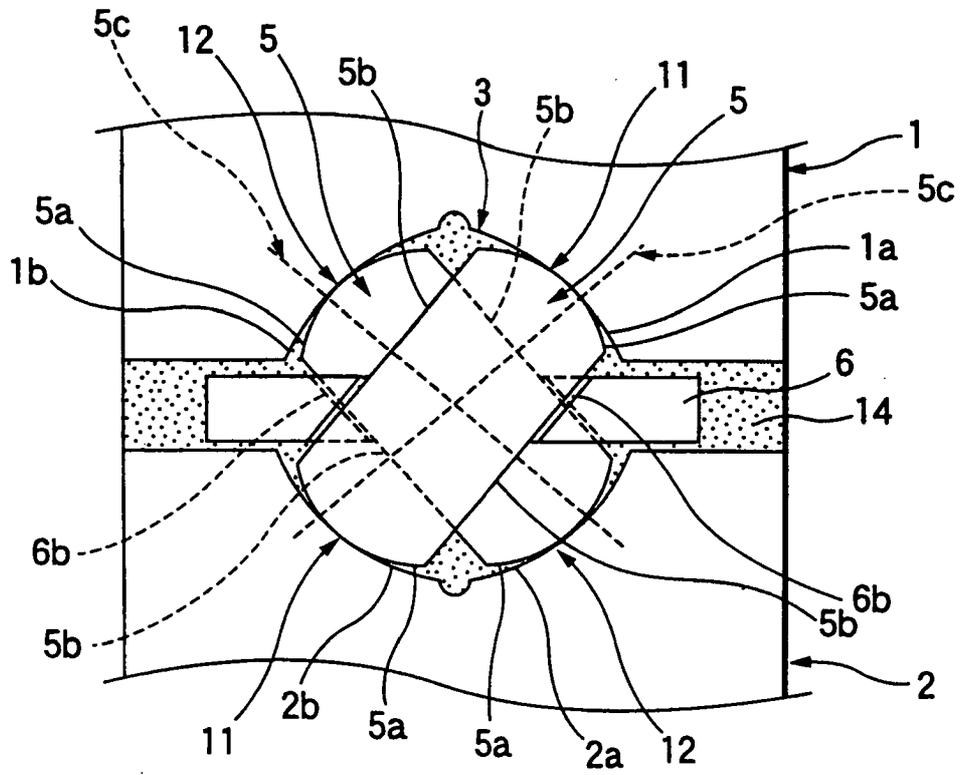


FIG.58

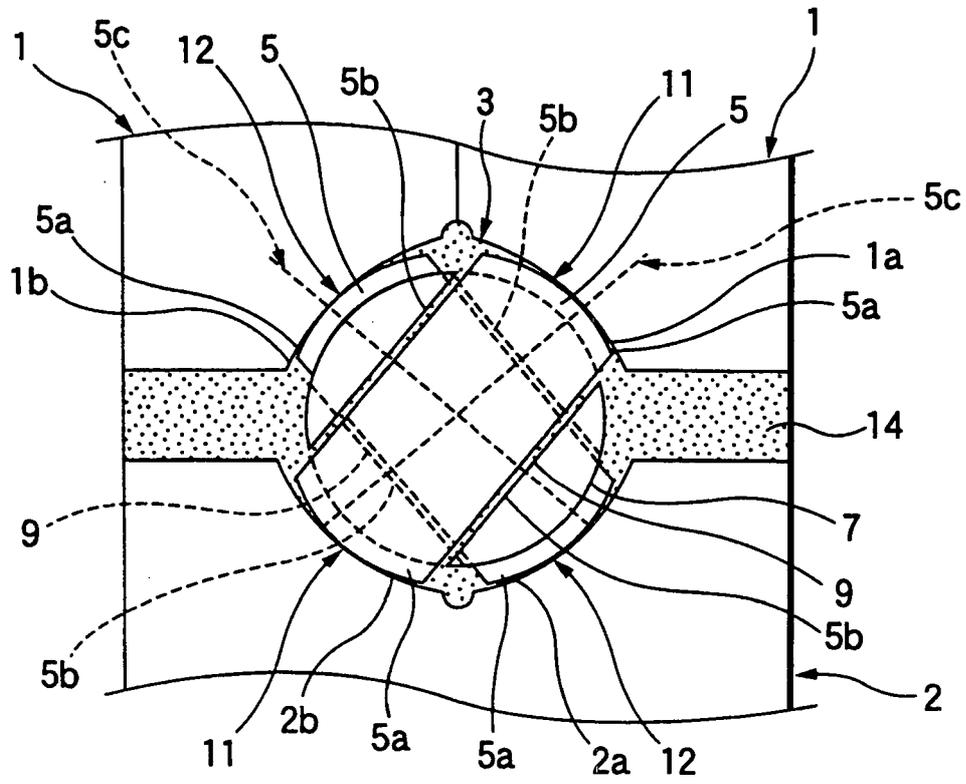


FIG.60

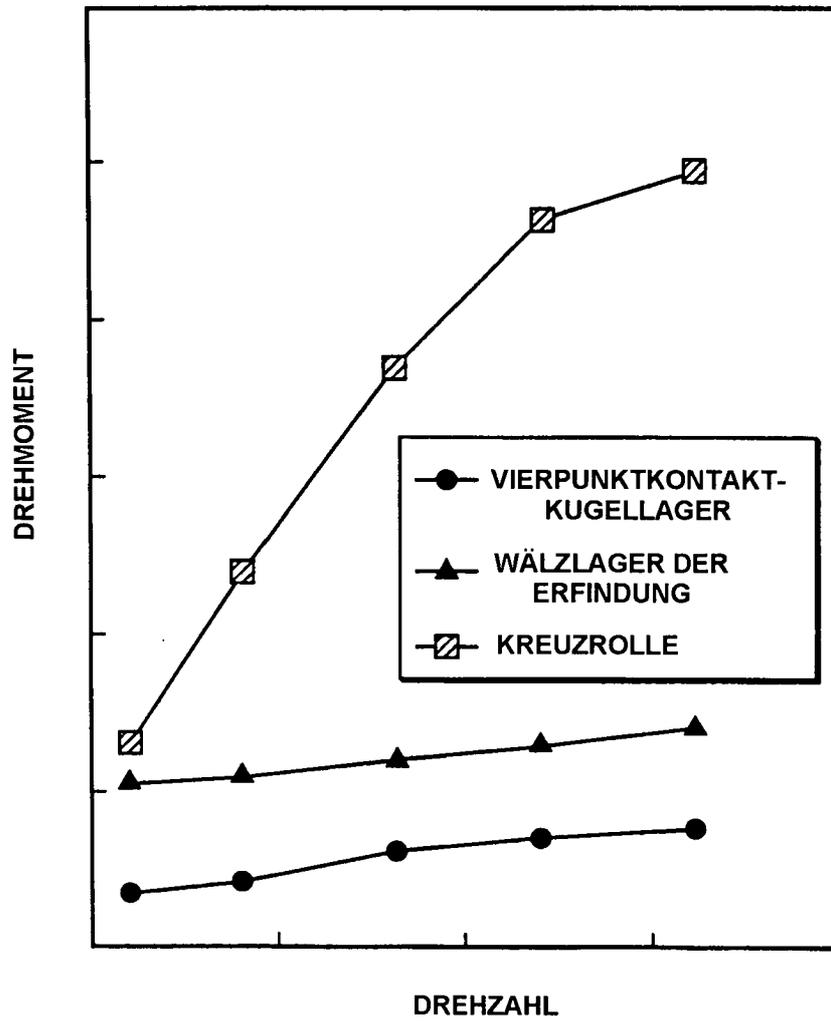


FIG.61

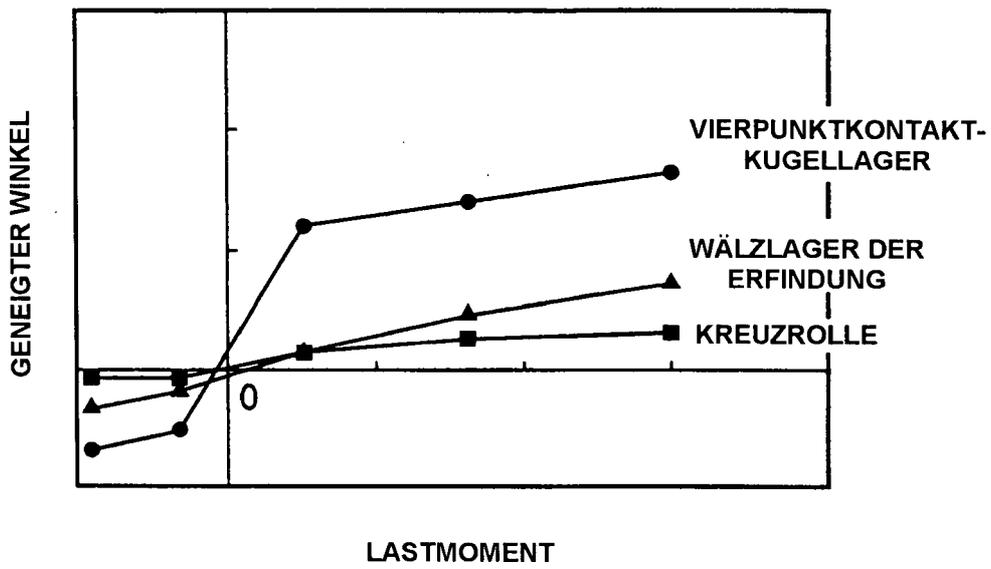


FIG.62

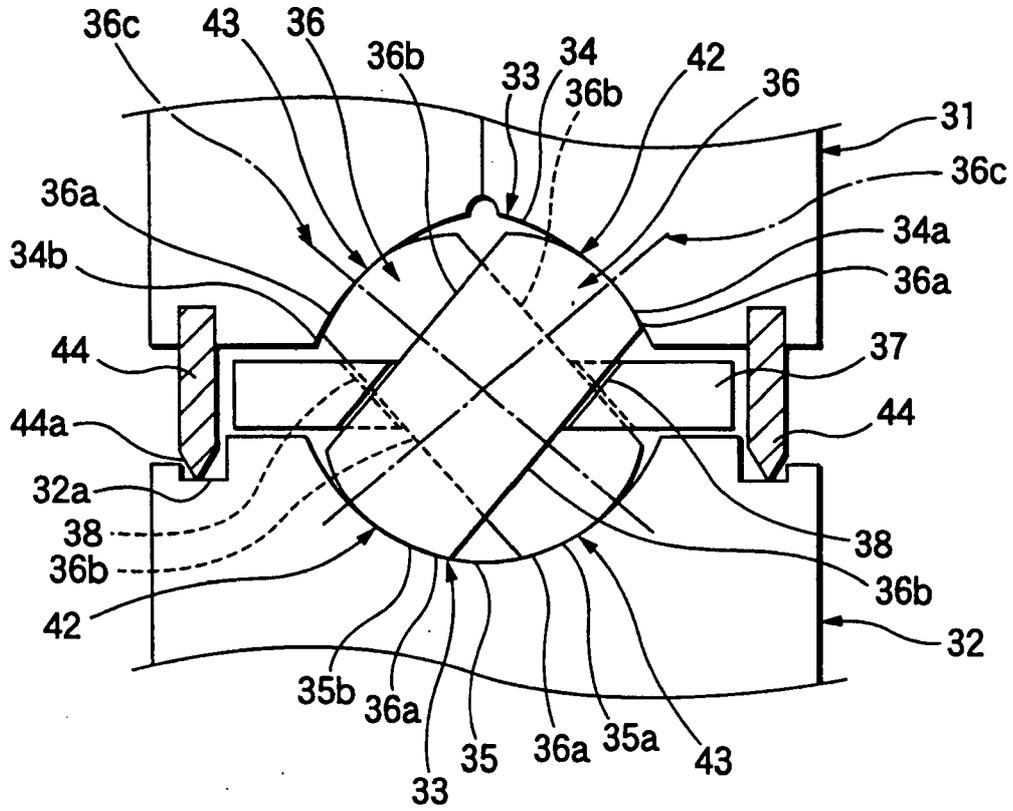


FIG.63

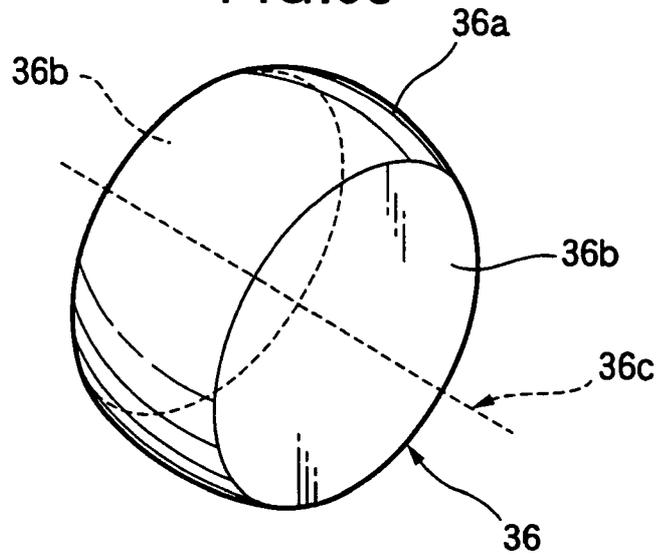


FIG.64

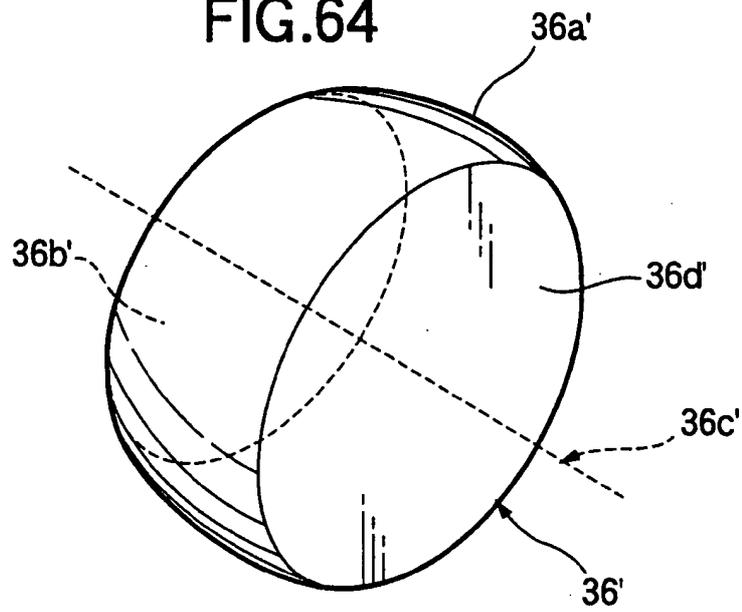


FIG.65

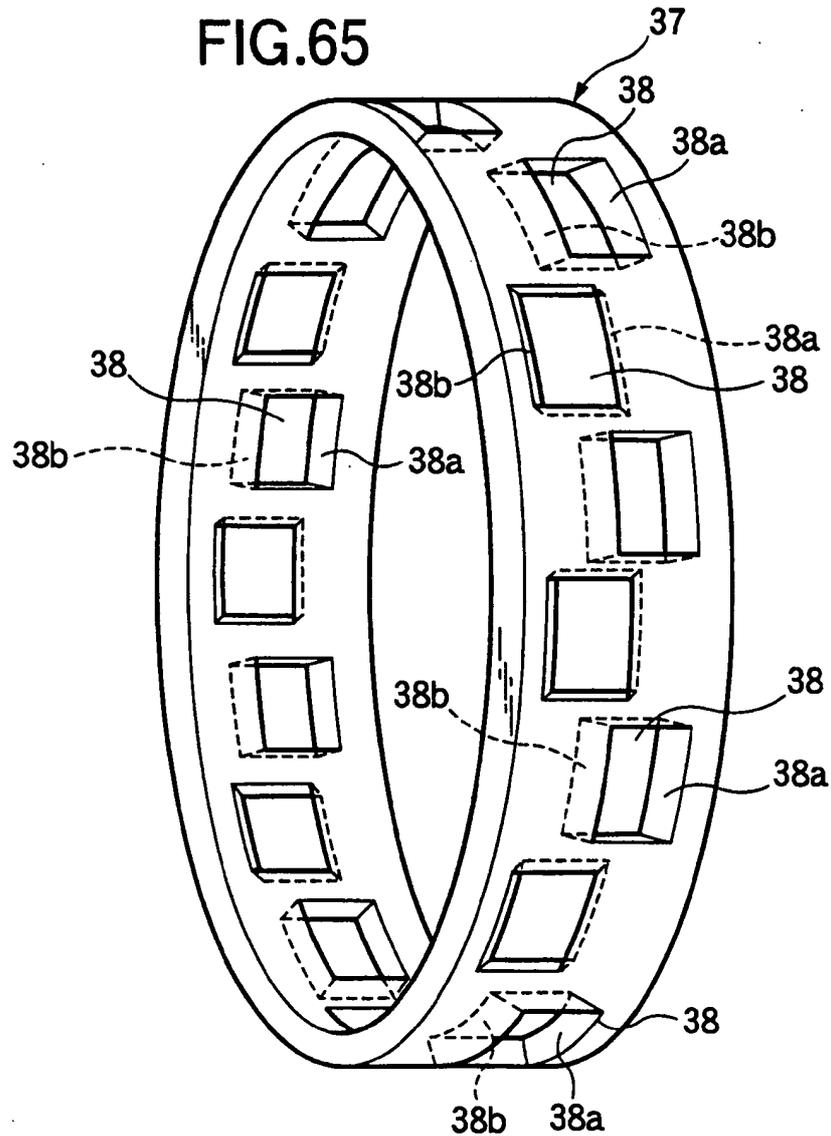


FIG.66

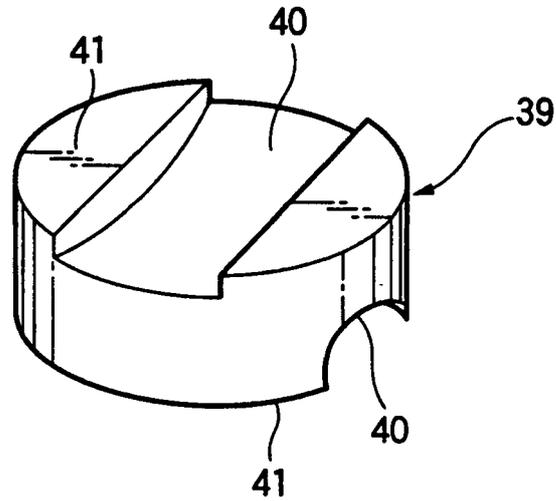


FIG.67

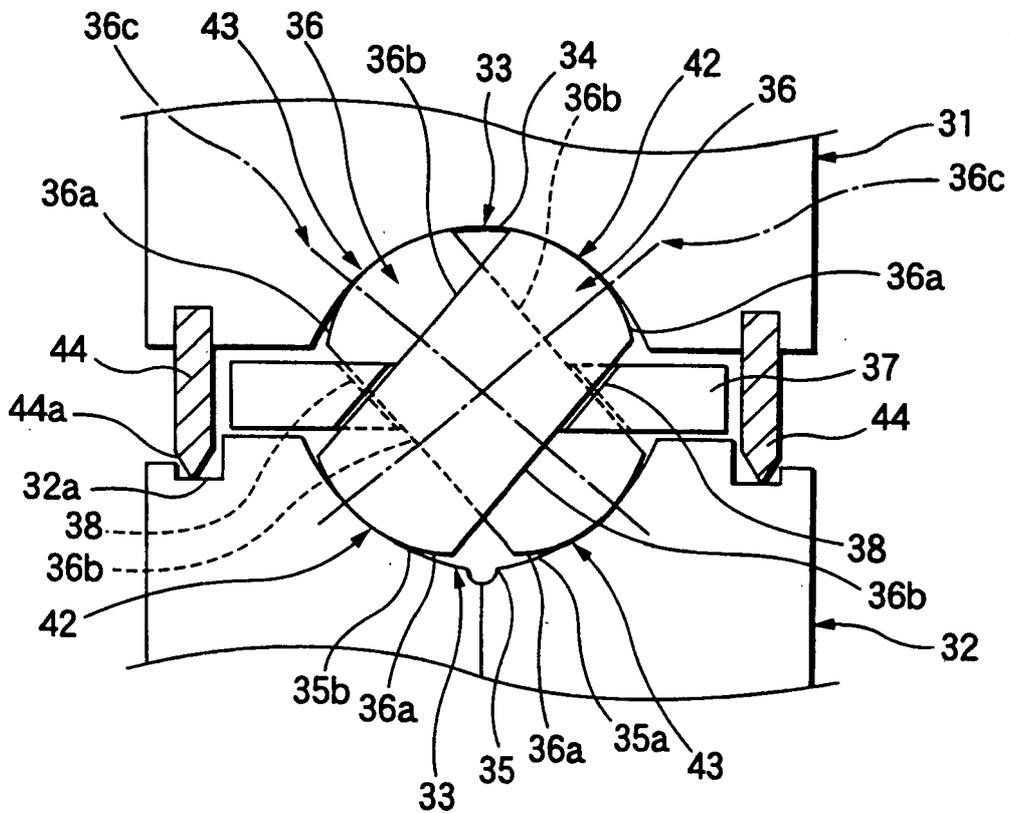


FIG.68

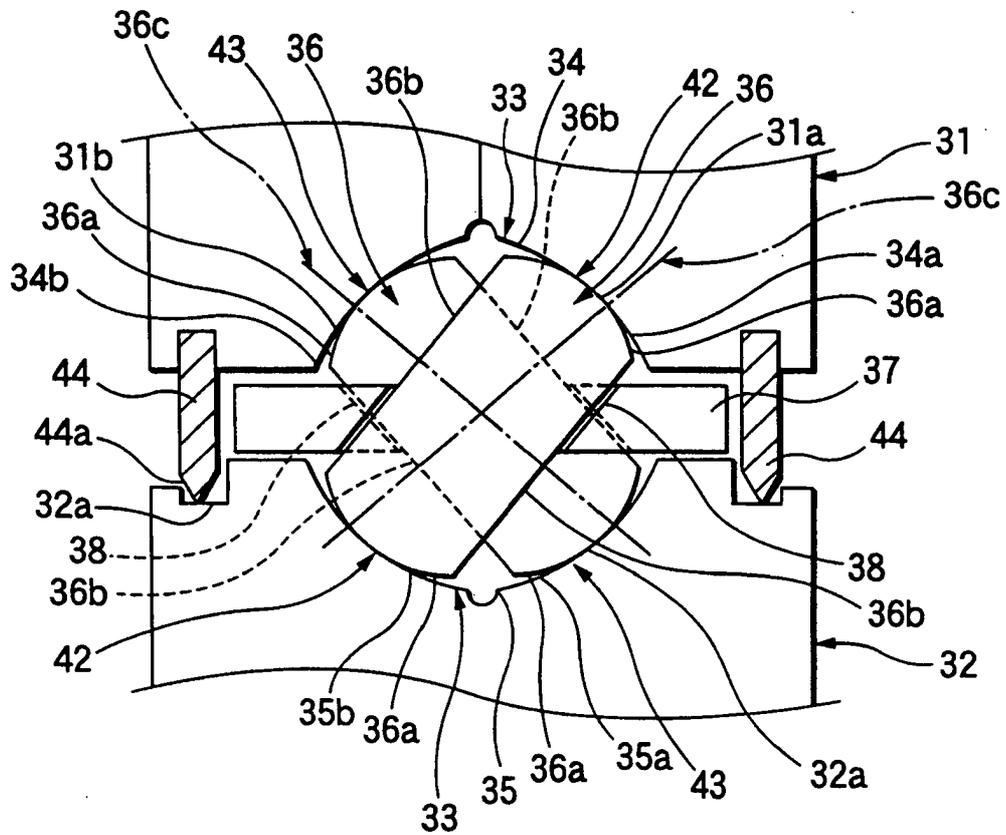


FIG.69

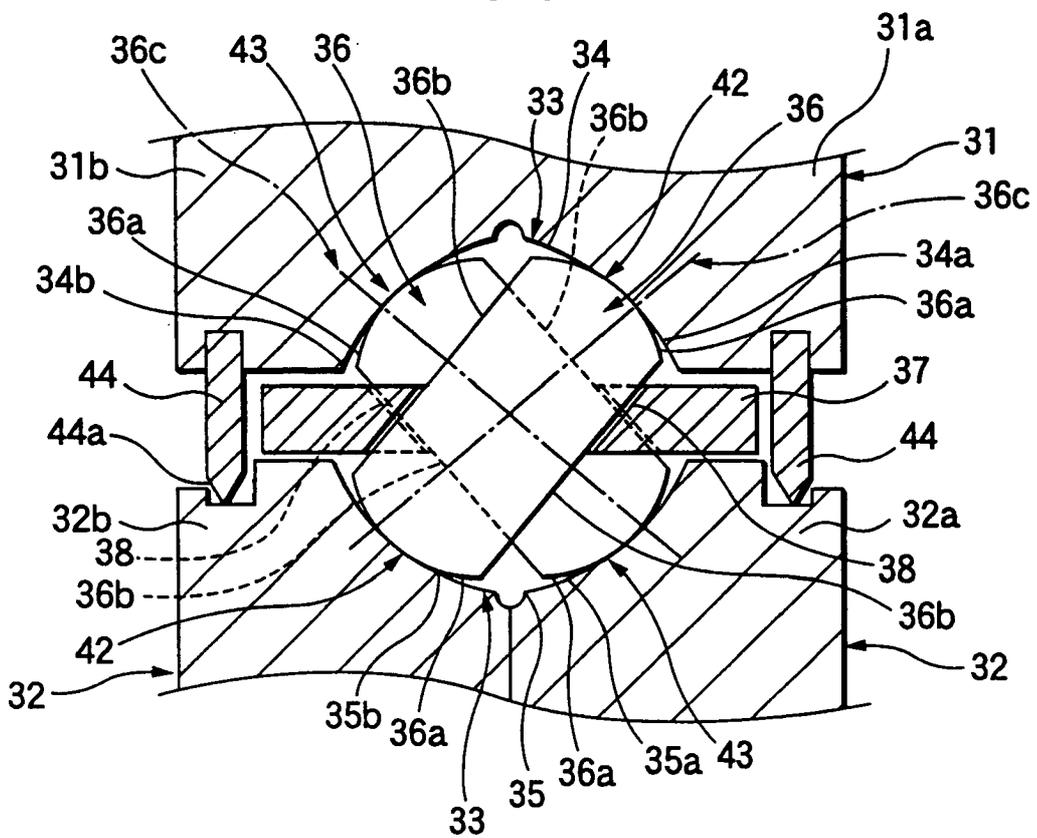


FIG.70

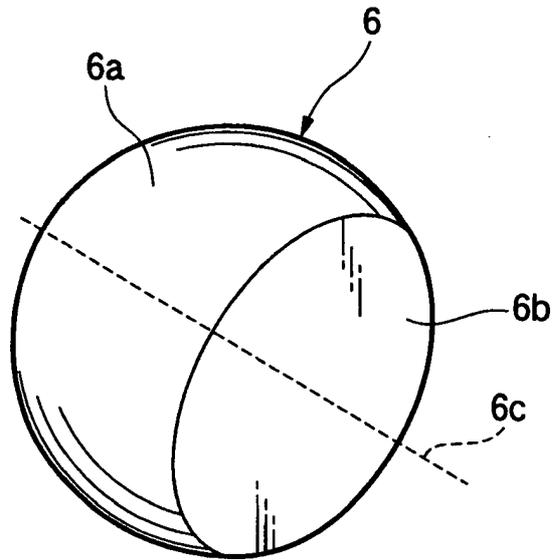


FIG.71A

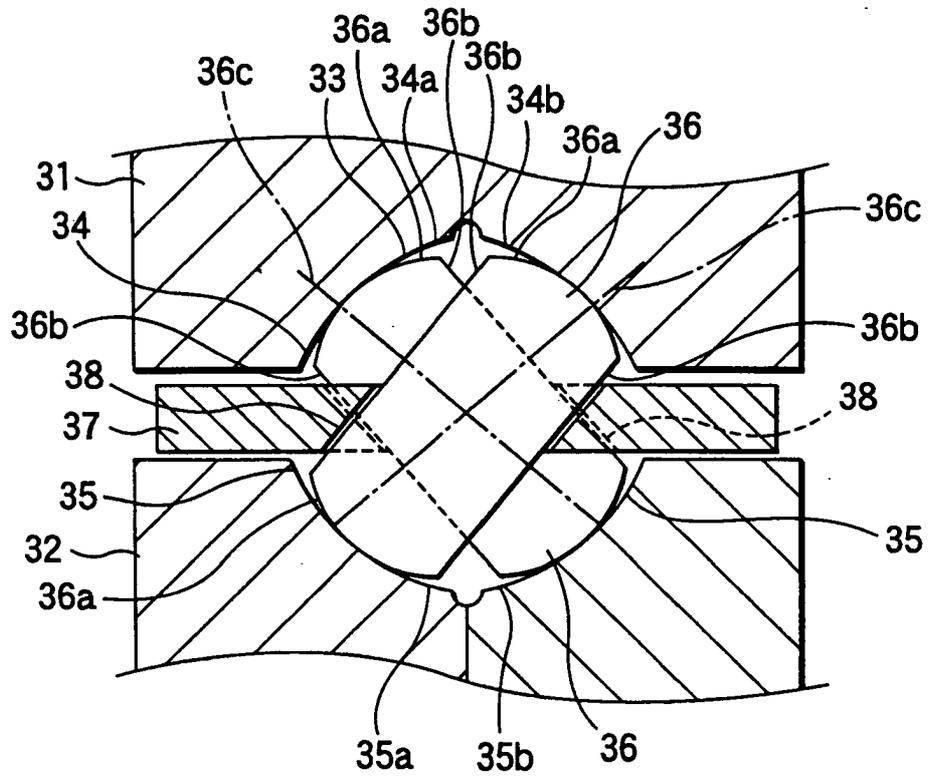


FIG.71B

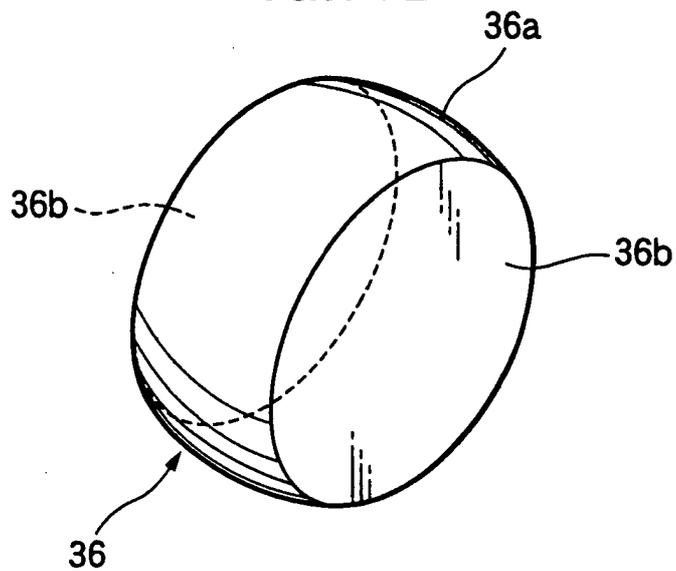


FIG.72

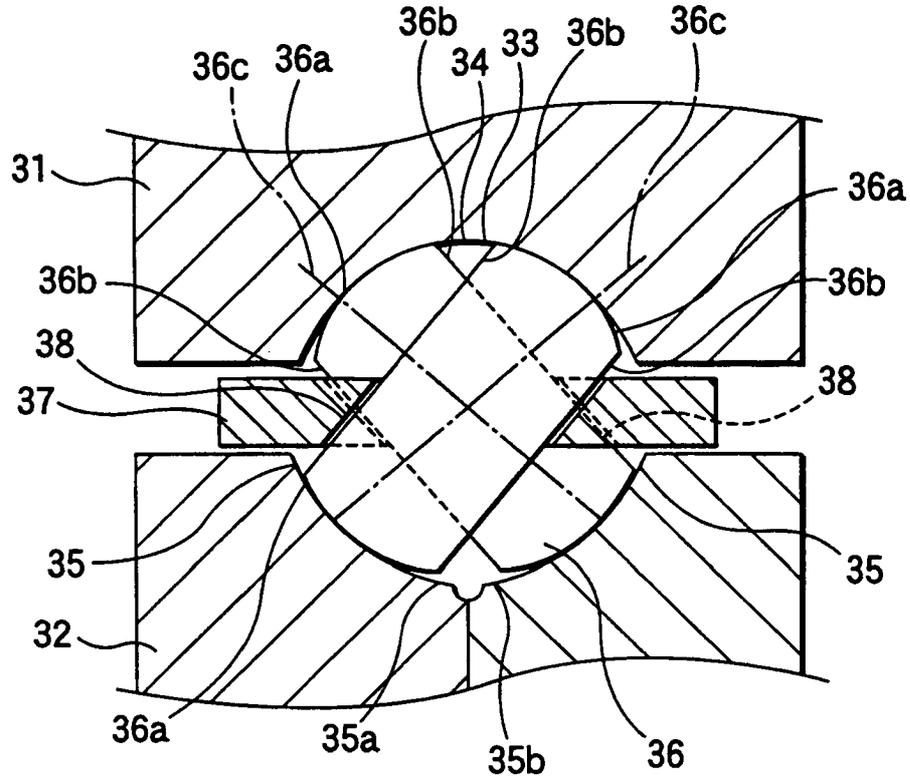


FIG.73

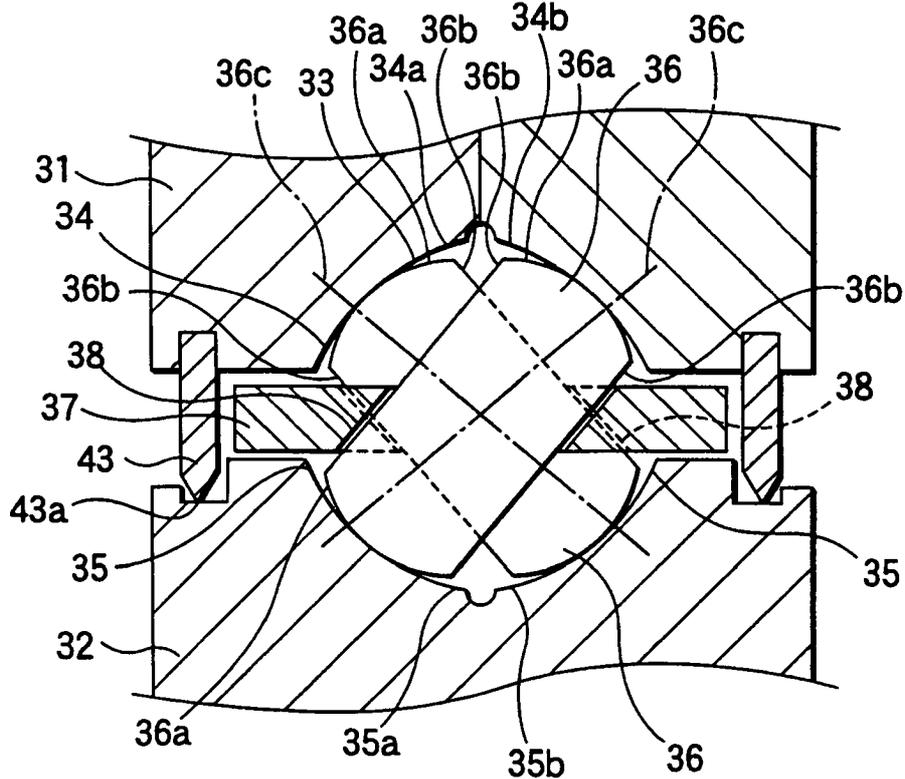


FIG.76

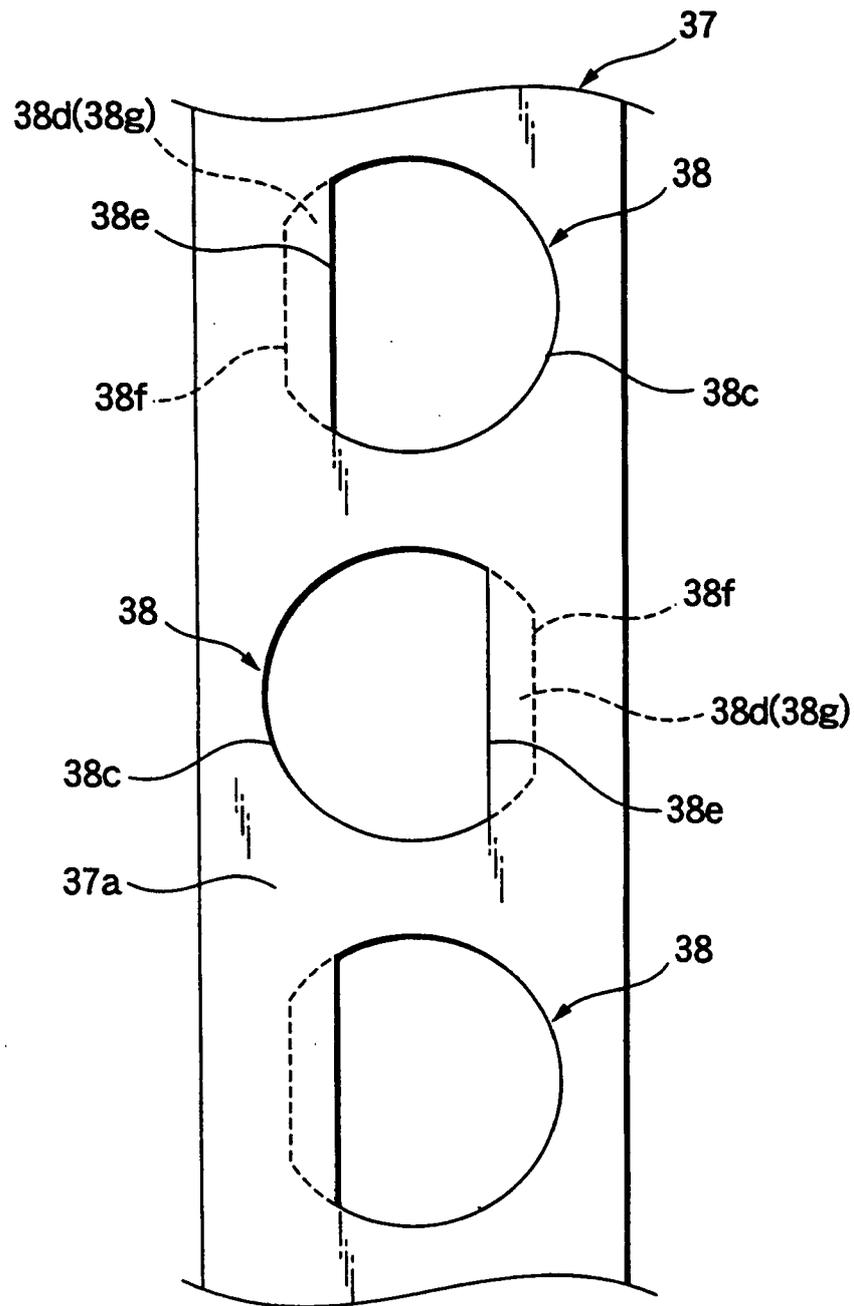


FIG.77A

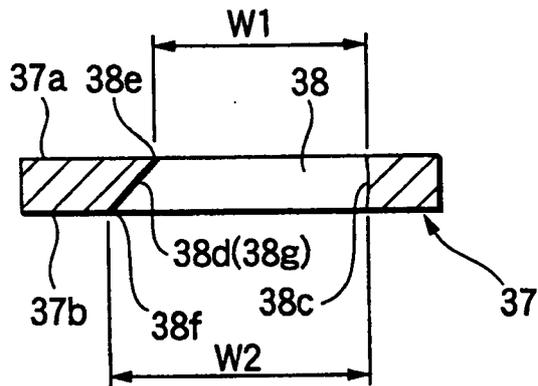


FIG.77B

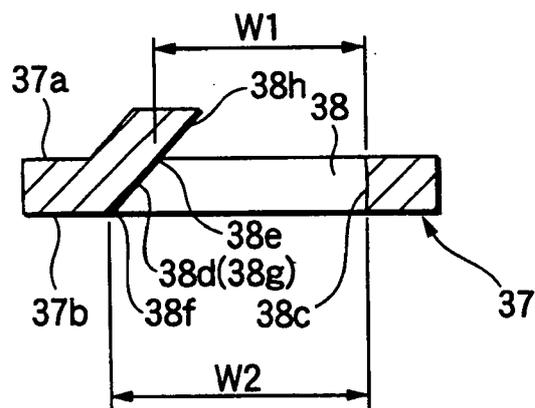


FIG.78

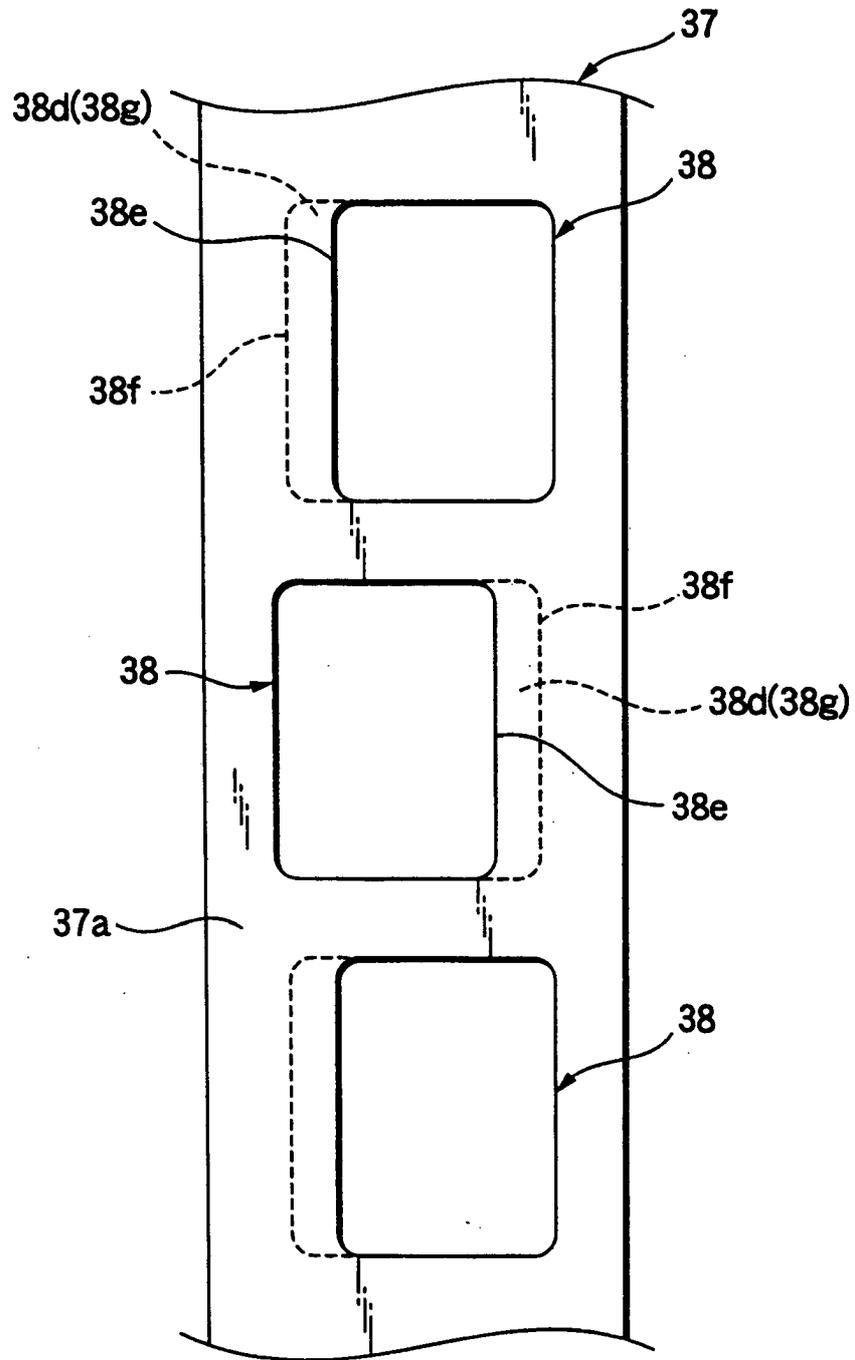


FIG.79

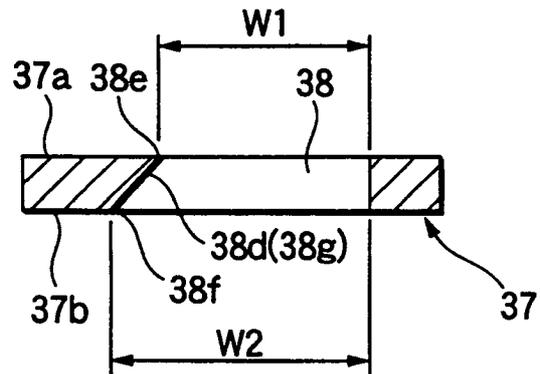


FIG.80

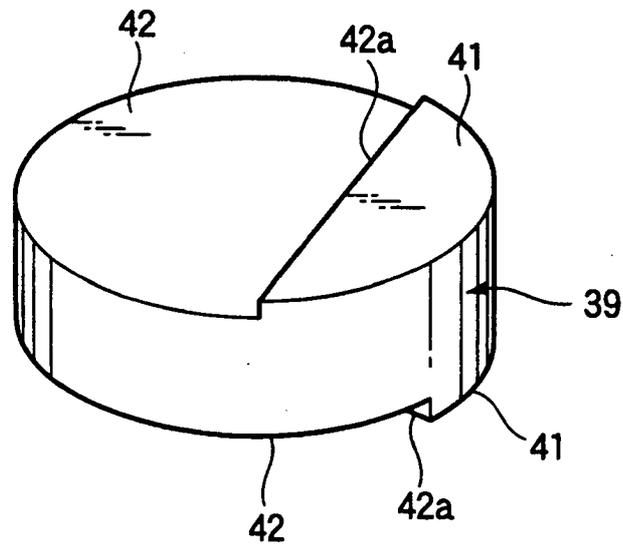


FIG.81

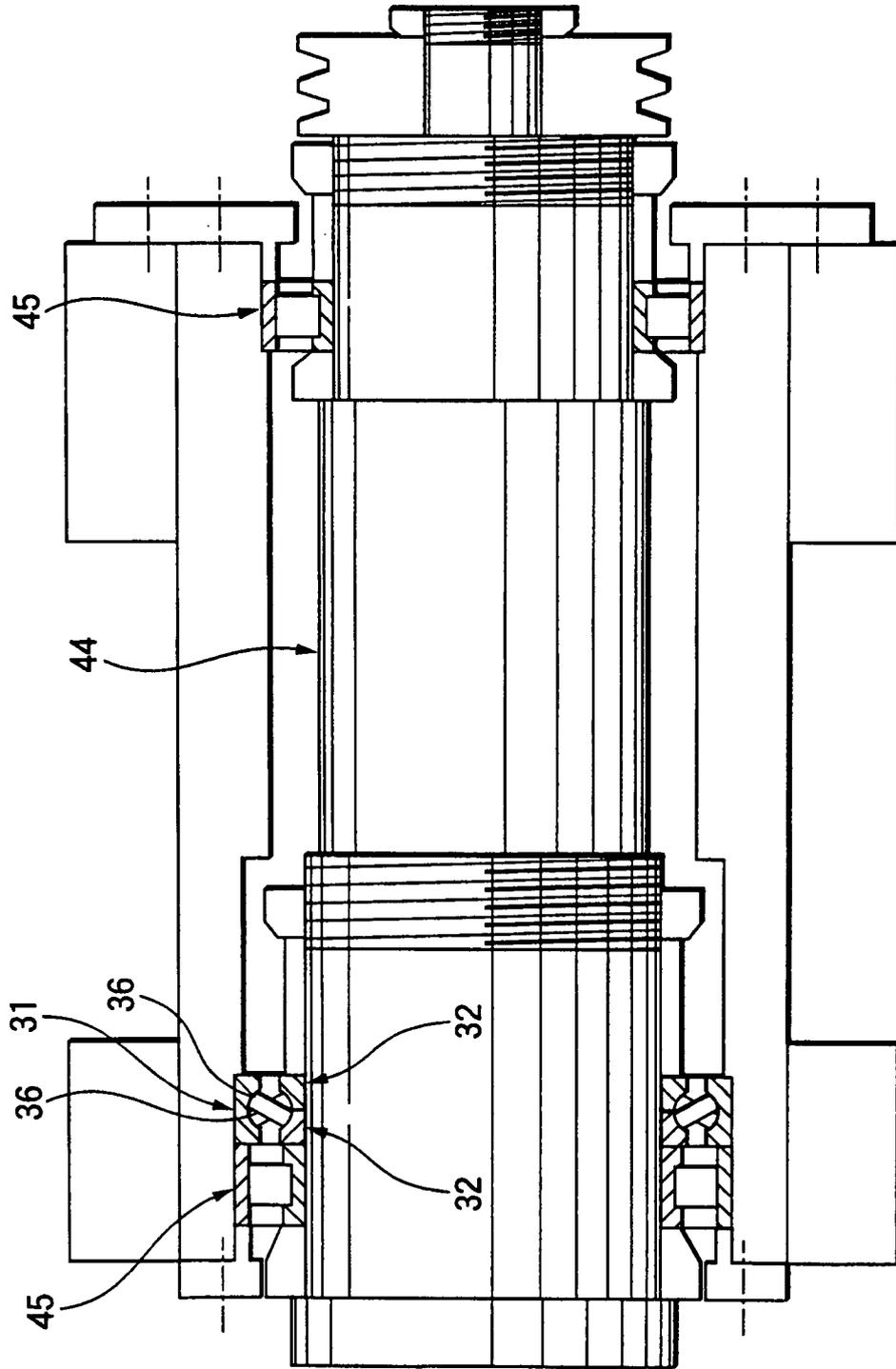


FIG.82

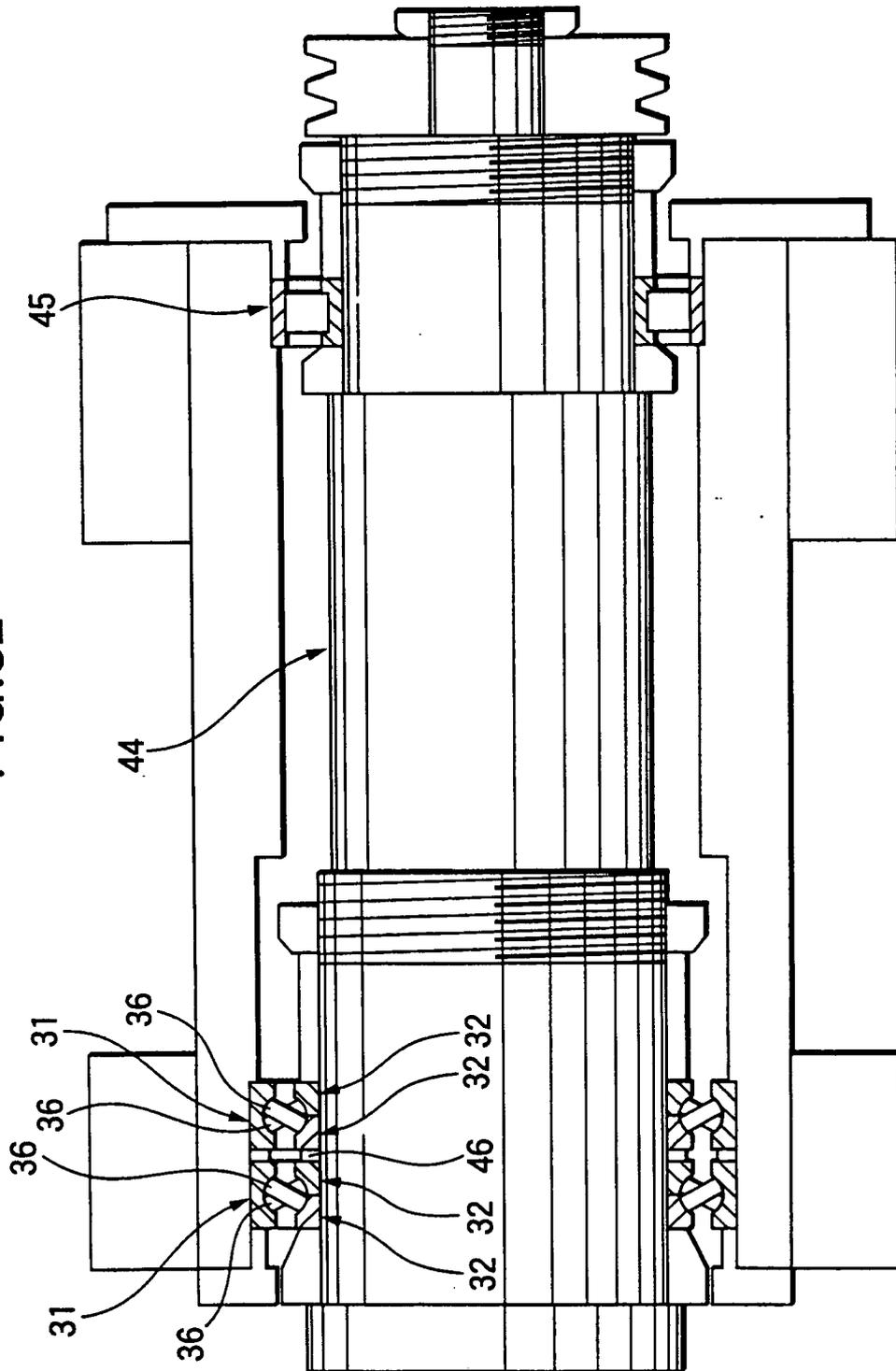


FIG.83

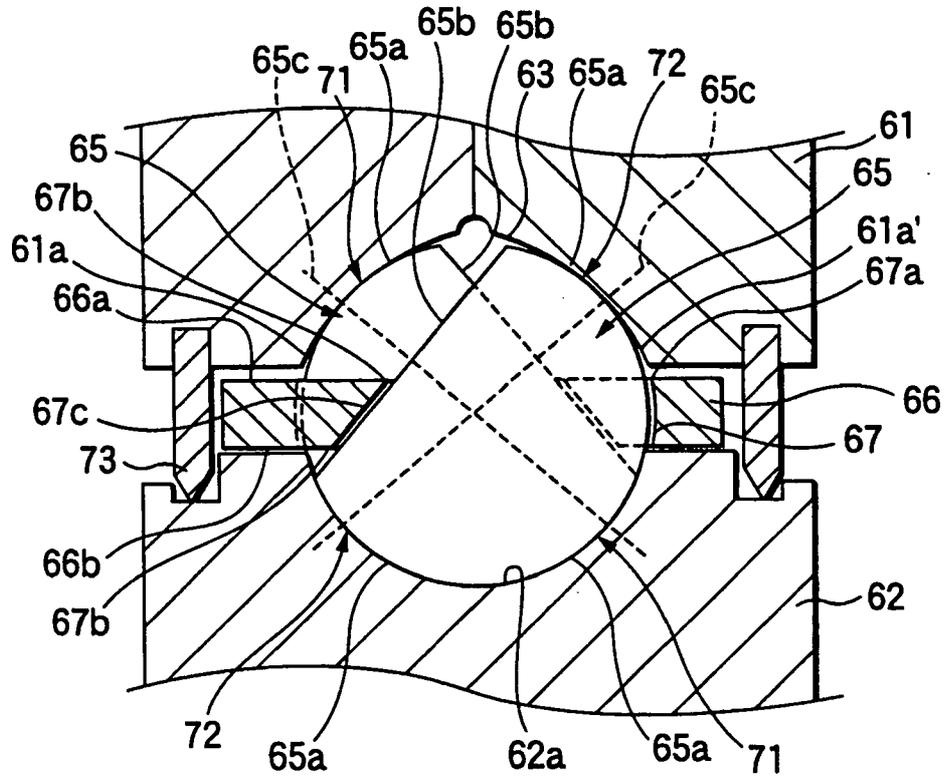


FIG.84

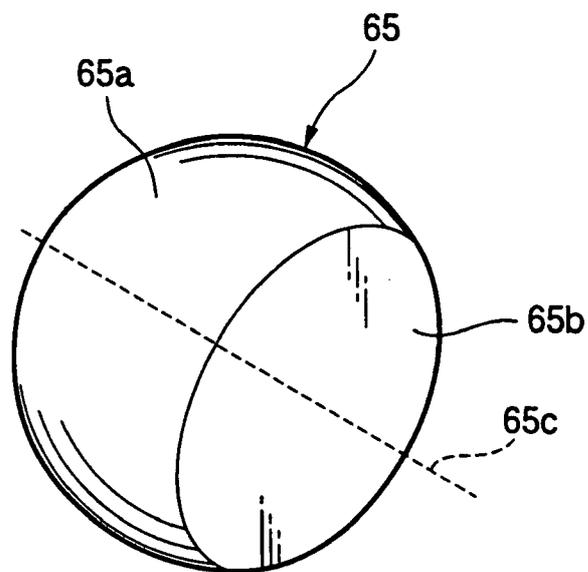


FIG.85

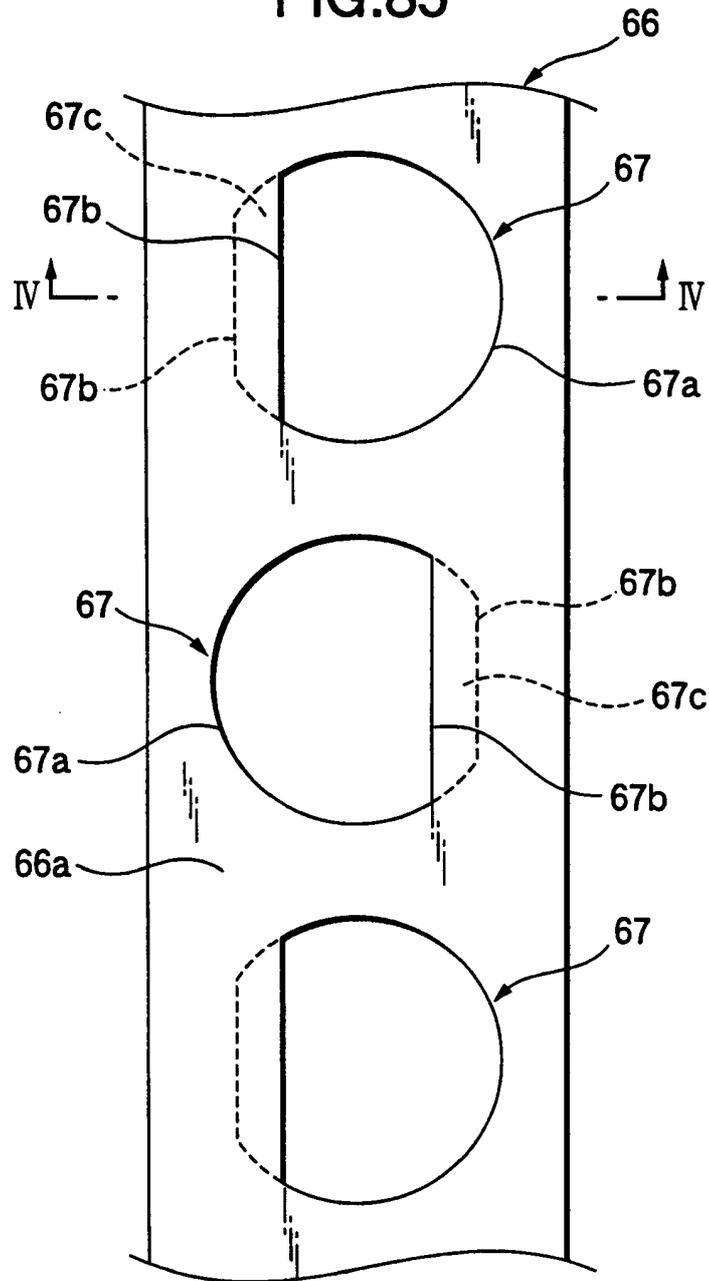


FIG.86

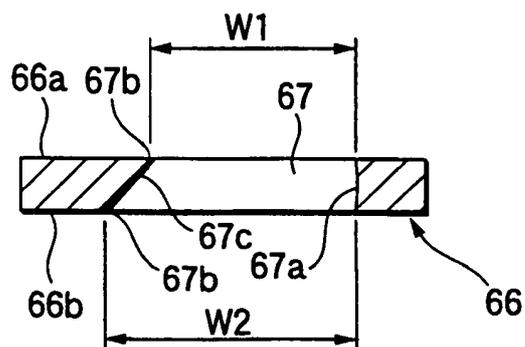


FIG.87

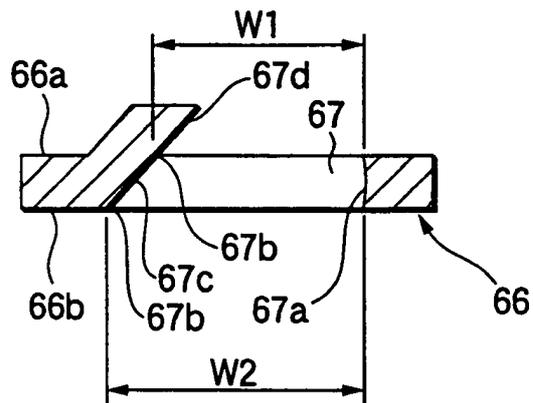


FIG.88

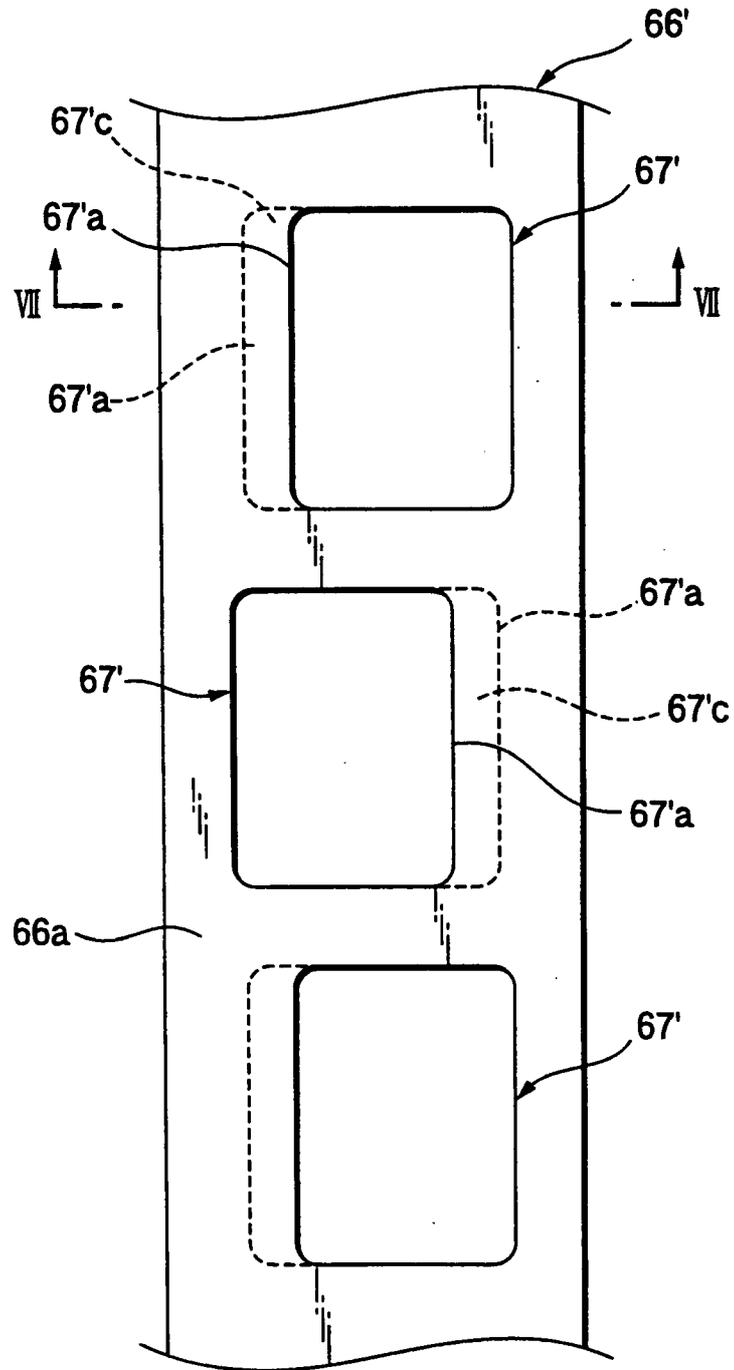


FIG.89

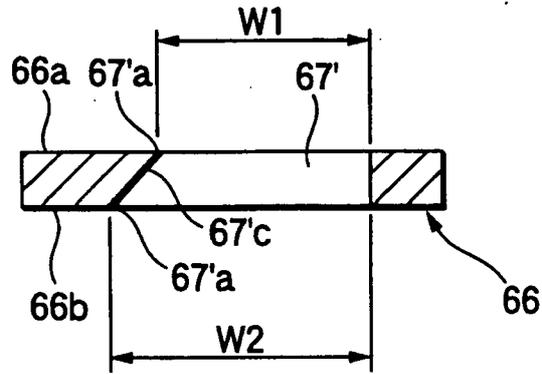


FIG.90

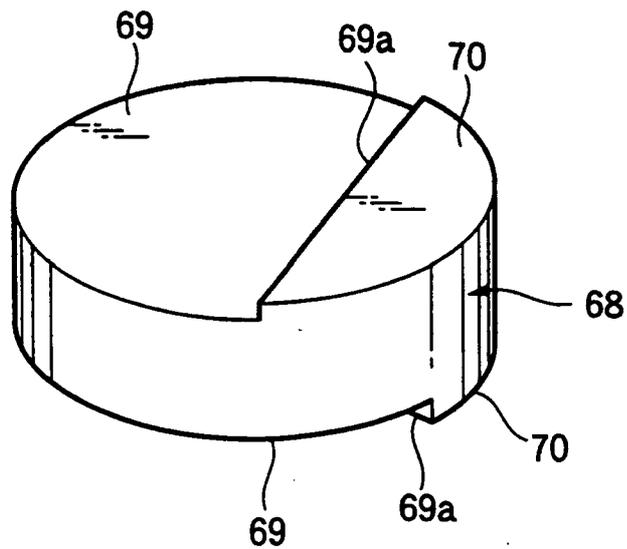


FIG.94

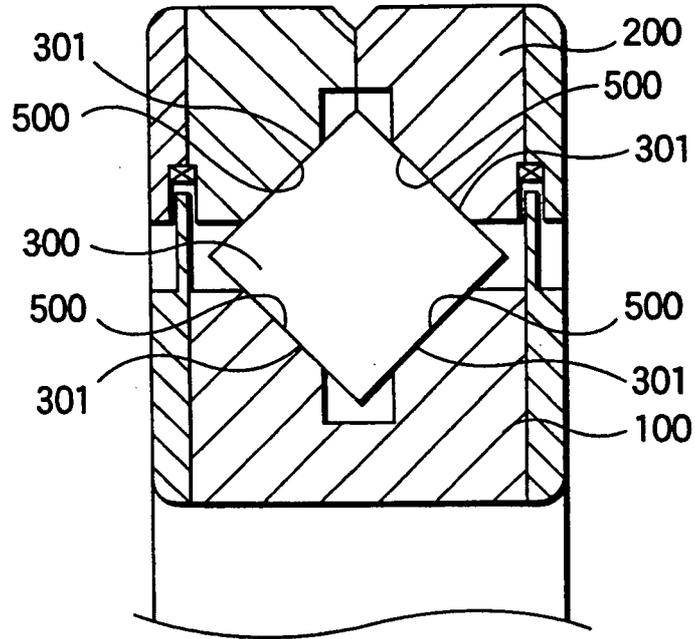
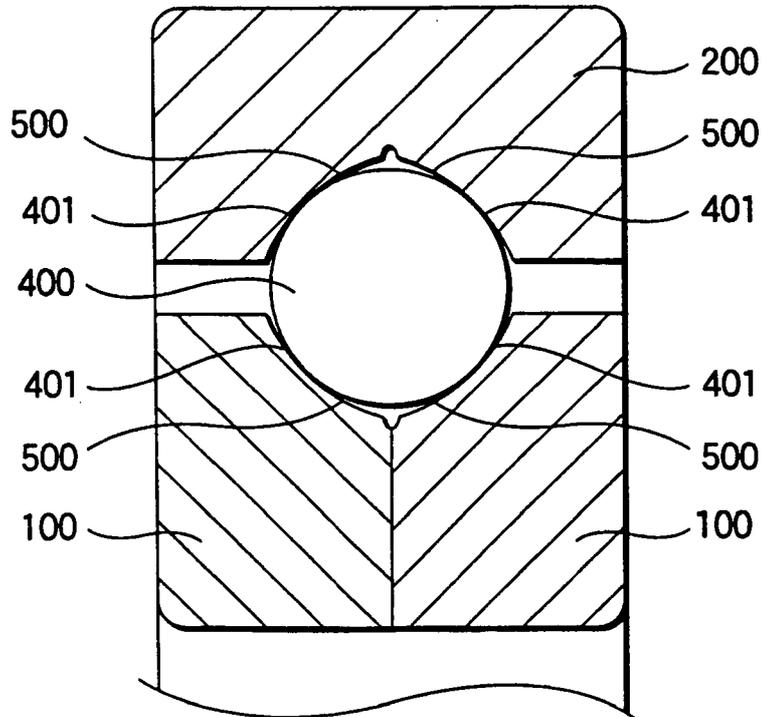


FIG.95



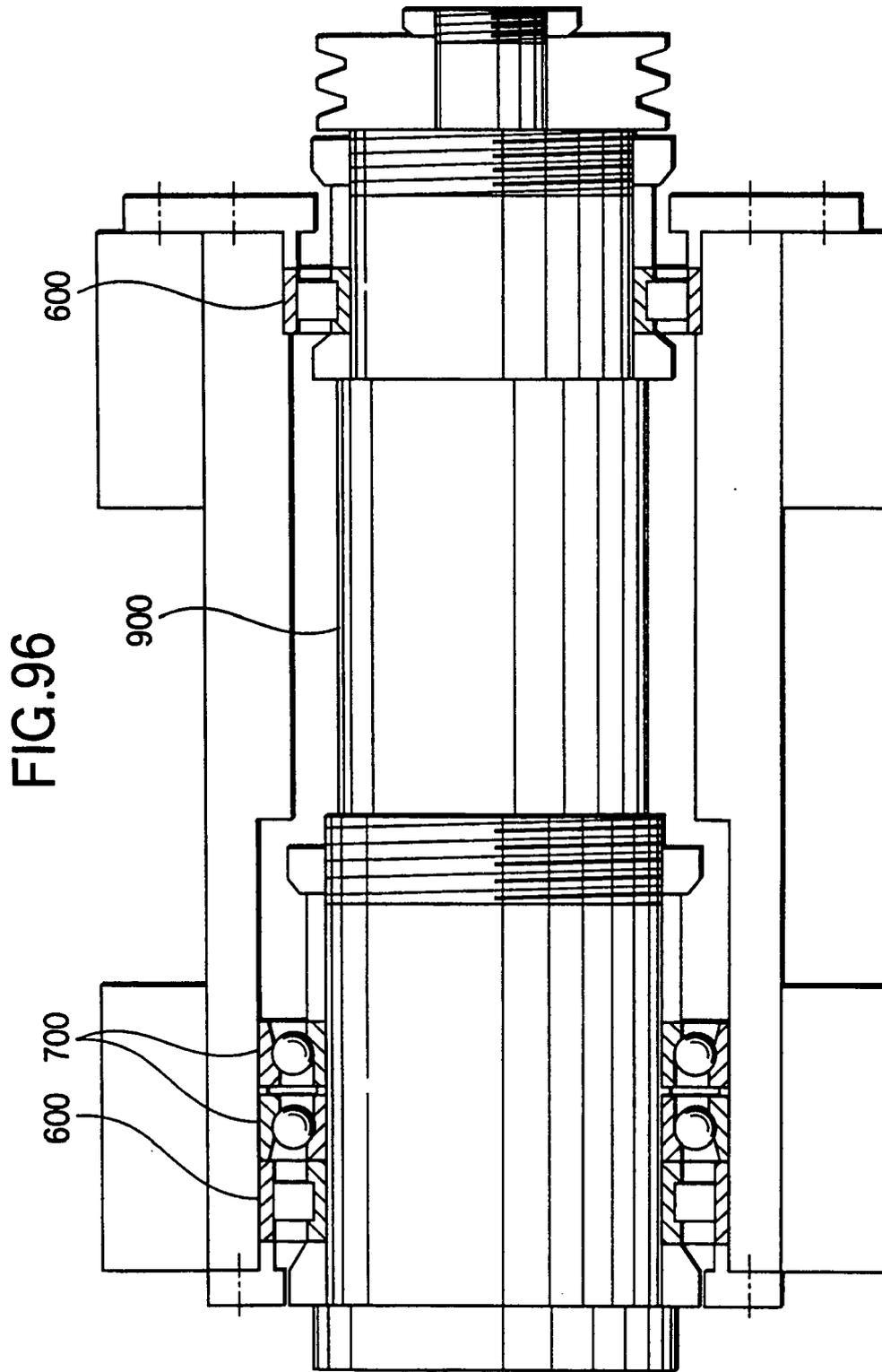
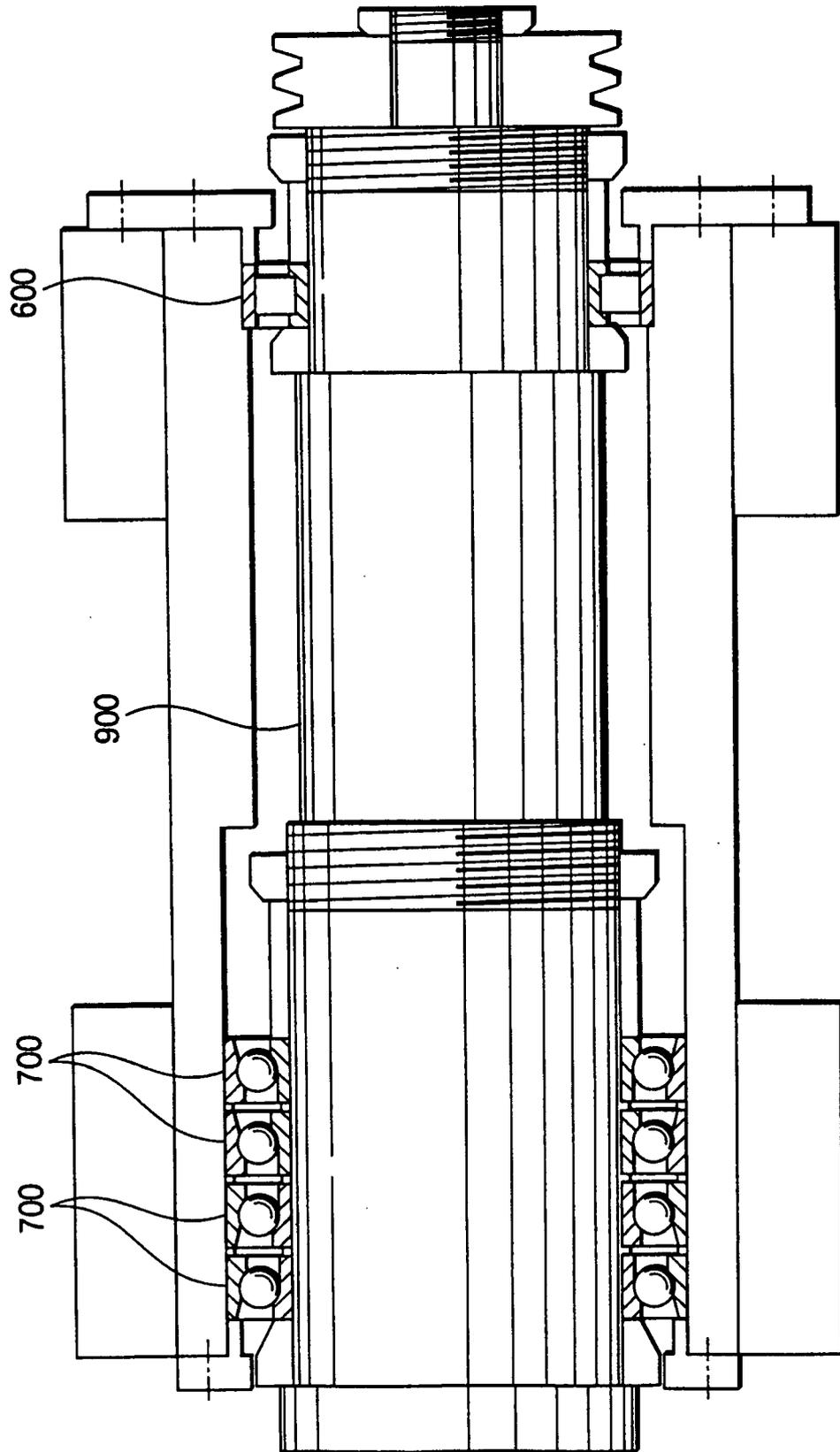


FIG.97



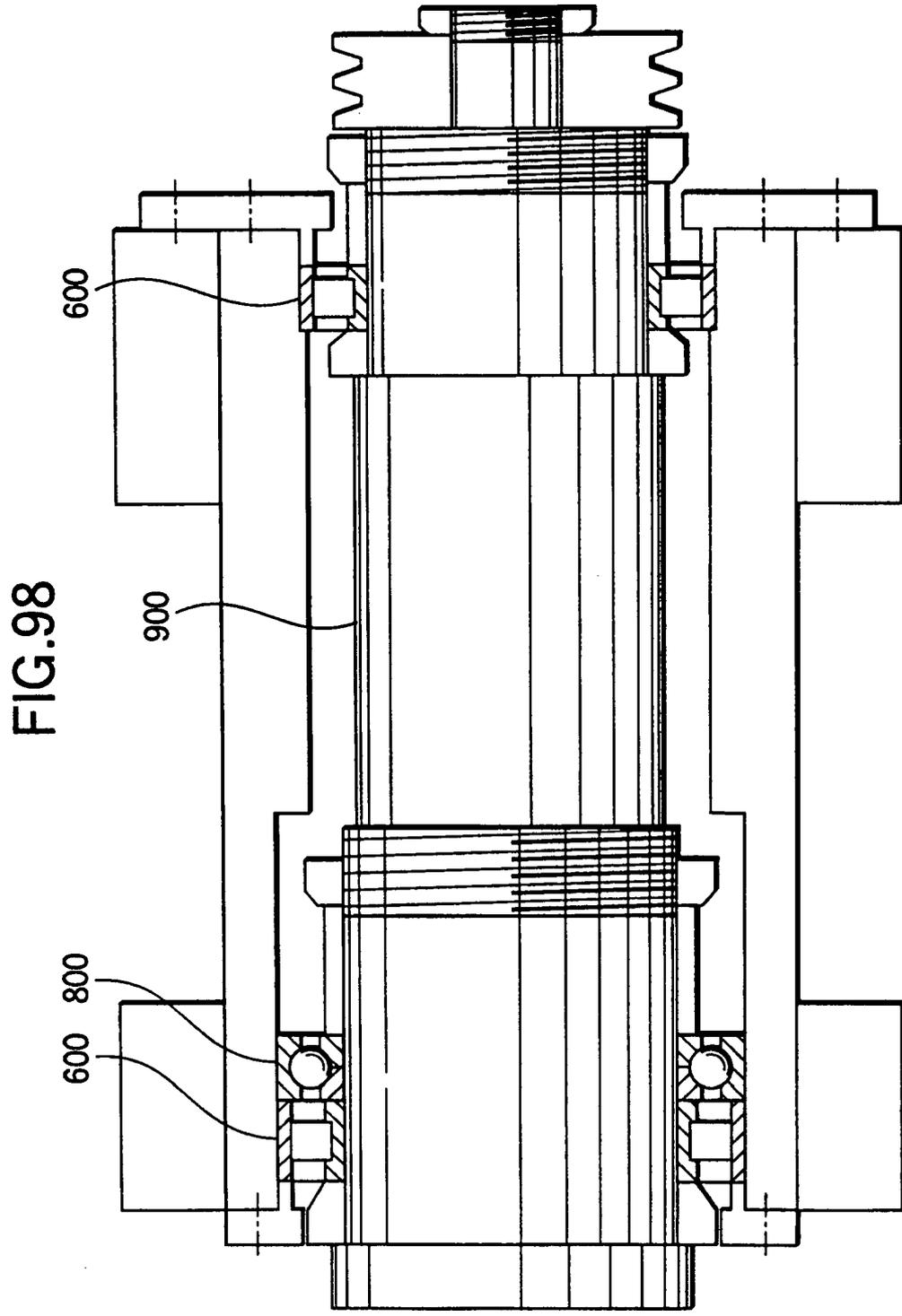


FIG.99

