



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 199 23 281 B4** 2004.10.21

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **199 23 281.4**
(22) Anmeldetag: **20.05.1999**
(43) Offenlegungstag: **13.01.2000**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **21.10.2004**

(51) Int Cl.7: **F16H 25/22**

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

(30) Unionspriorität:
10-184452 30.06.1998 JP

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

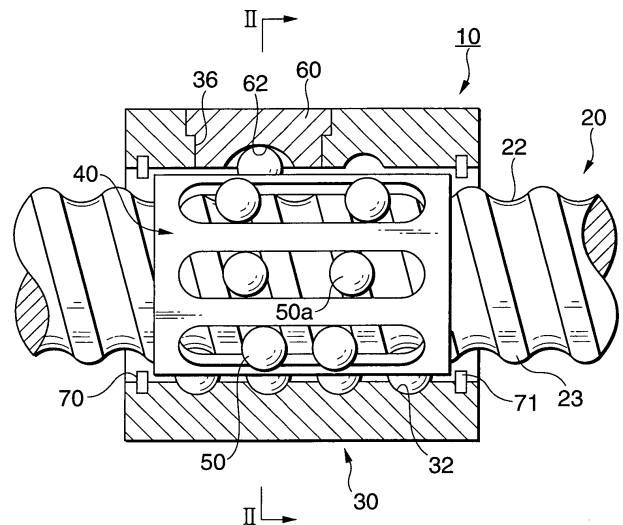
(74) Vertreter:
**Grünecker, Kinkeldey, Stockmair &
Schwanhäusser, 80538 München**

(72) Erfinder:
**Kajita, Toshiharu, Maebashi, Gunma, JP; Yabe,
Takayuki, Maebashi, Gunma, JP; Sato, Hideyuki,
Maebashi, Gunma, JP**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 44 38 972 C2
DE 196 52 181 A1
US 27 70 155
JP 0251-45 U

(54) Bezeichnung: **Kugelrollspindel**

(57) Hauptanspruch: Kugelrollspindel (10) mit:
einem Spindelschaft (20), der eine wendelförmige erste Kugelrollspindelnut (22) in seiner Außenumfangsoberfläche aufweist;
einer Kugelmutter (30), die eine der ersten Kugelrollspindelnut (22) gegenüberliegende zweite Kugelrollspindelnut (32) in ihrer Innenumfangsoberfläche aufweist;
einer Mehrzahl von Kugeln (50), die rollend zwischen der ersten und zweiten Kugelrollspindelnut (22, 32) angeordnet sind, so dass die Kugelmutter (30) bezüglich des Spindelschafts (20) bewegbar ist; und einem zylindrischen Halter (40), der separat zwischen dem Spindelschaft (20) und der Kugelmutter (30) in Radialrichtung des Spindelschafts (20) angeordnet ist und eine Vielzahl von länglichen Löchern (42) aufweist, die sich in seiner Axialrichtung in seiner Umfangsoberfläche erstrecken, um die Kugeln (50) in seiner Umfangsrichtung zu trennen und rollbar zu halten, gekennzeichnet durch
ein Führungselement (60), welches an einem Abschnitt der zweiten Kugelrollspindelnut (32) der Kugelmutter (30) angeordnet ist, um eine Kugel derart zu führen, dass die Kugel über ein Gewinde des Spindelschafts bewegbar...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Kugelrollspindel mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1. Eine Kugelrollspindel dieser Art ist aus US 2,770,155 bekannt.

[0002] Bei einer gewöhnlichen Kugelrollspindel, die keinen Halter aufweist, wie sie in **Fig. 10** dargestellt ist, sind z.B. Kugeln **50** mit einer hohen Dichte in einem solchen Zustand angeordnet, daß die Kugeln sich einander berühren innerhalb der Kugelrollspindelnuten **22** eines Spindelschafts **20**, innerhalb der Kugelrollspindelnuten **32** einer Kugelmutter **30**, und innerhalb der Kugelumlaufbahn **62** eines Umlaufelementes **60**. Wenn die zugehörigen Kugeln rollen, drehen sich die benachbarten Kugeln in entgegengesetzter Richtung zueinander an ihren Kontaktabschnitten. Auf diese Weise, da die benachbarten Kugeln an ihren Kontaktabschnitten rutschen, werden die Kugeln daran gehindert, sich frei zu drehen aufgrund des sogenannten Rollkonflikt-Phänomens, wobei der Rollwiderstand groß wird, und wobei Drehmomentschwankungen auftreten. Solche Drehmomentschwankungen aufgrund des Rollkonflikt-Phänomens verschlechtern sich beim Betrieb mit niedrigen Geschwindigkeiten oder oszillierendem oder schwingendem Betrieb. Entsprechend wird die Drehmomentschwankung aufgrund des Rollkonflikt-Phänomens ein Problem, das es zu lösen gilt, insbesondere, wenn die Kugelrollspindel z.B. in einer elektrischen Entladungsmaschine oder einer Drahtschneidemaschine verwendet wird, bei welcher ein Betrieb mit niedriger Geschwindigkeit und oszillierender Betrieb erforderlich ist. Darüber hinaus ist es sehr wichtig, die Drehmomentschwankung aufgrund des Rollkonflikt-Phänomens zu unterdrücken, da sie eine Ursache einer Störung der Motorsteuerung in einem Bearbeitungszentrum sein kann, in welchem die Kontraktrollierbarkeit als wichtig erachtet wird.

[0003] Als Gegenmaßnahme für solch eine Drehmomentfluktuation aufgrund des Rollkonflikt-Phänomens, ist es notwendig, den direkten Kontakt zwischen den Kugeln zu verhindern, um das Rollkonflikt-Phänomen zu eliminieren, um dabei die Drehmomenteffizienz zu steigern. Zum Beispiel ist eine Kugelrollspindel, die solche einen Kugelhalter H, wie er in **Fig. 11** dargestellt ist, verwendet, als eine Gegenmaßnahme der Drehmomentschwankung aufgrund des Rollkonflikt-Phänomens bekannt. Solch ein Halter H ist gebildet aus einem zylindrischen Abschnitt H1, der mit einer Vielzahl von runden Löchern H2 zum Halten von Kugeln versehen ist, so daß diese darin frei rollen können. Die Kugeln sind innerhalb der runden Löcher H2 angeordnet, um frei darin zu rollen, und der Halter H, der auf diese Weise konfiguriert worden ist, ist zwischen dem Spindelschaft und der Kugelmutter befestigt. Entsprechend solch einem Halter H, da die Kugeln nicht miteinander in Kontakt

gelangen, tritt die vorgenannte Drehmomentschwankung aufgrund des Reibwiderstandes zwischen den Kugeln nicht auf, Jedoch, wenn der Halter H in solch einem Zustand verwendet wird, daß der Spindelschaft sich an der vorherbestimmten Stellung dreht, jedoch die Kugelmutter sich nicht dreht, bewegt sich der Halter zusammen mit der Kugelmutter in Axialrichtung gemäß der Rotation der Gewindespindel (in diesem Fall ist die Länge der Bewegung des Halters die Hälfte von der der Kugelmutter). Auf diese Weise, wenn der Bewegungshub der Kugelmutter groß ist, kann der Halter H aus der Spiralnute der Kugelmutter herausgelangen und dann können Kugeln aus der Kugelrollspindel herauskommen.

Stand der Technik

[0004] Angesichts des zuvor genannten Problems wurde eine Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter, die das zuvor genannte Problem beseitigt, in der geprüften japanischen Gebrauchsmuster-Veröffentlichung Nr. Hei.2-5145 als Beispiel vorgeschlagen. Diese Kugelrollspindel ist mit einem käfigartigen Halter **40** versehen, der lose zwischen einem Spindelschaft und einer Kugelmutter eingepaßt ist und in solch einer Weise angeordnet ist, daß eine Vielzahl von länglichen Löchern **42**, die sich jeweils in Axialrichtung erstrecken, an einem zylindrischen Körperabschnitt von ihm mit einer dünnen Dicke ausgebildet sind, wie dies in **Fig. 12** dargestellt ist. Kugeln sind innerhalb der länglichen Löcher **42** angeordnet, um frei darin rollen zu können. Die Kugelmutter ist mit einer Kugelumlaufbahn **62** des Innenumlaufstyps versehen, die ausgebildet ist wie die Kugelmutter, die in **Fig. 10** dargestellt ist, in einer Weise, daß ein Lochabschnitt der sich über die benachbarten beiden der beiden Kugelrollspindelnuten **32** erstreckt in der Kugelmutter ausgebildet ist, und ein Kugelumlaufelement **60** in den Lochabschnitt eingepaßt ist. Die Kugeln bewegen sich in Axialrichtung innerhalb der zugehörigen länglichen Löcher **42** des käfigförmigen Halters **40**, während sie entlang der Kugelrollspindelnuten rollen. Wenn die Kugeln durch die Kugelumlaufbahn **62** des Kugelumlaufelements **60** durchtreten, bewegen sich die Kugeln über das Gewinde (Kontaktabschnitt) der Kugelrollspindel, und dadurch wiederholen die Kugeln den inneren Umlauf. Jedes der länglichen Löcher **42** des käfigartigen Halters **40** ist derart ausgebildet, um solch eine Länge aufzuweisen, daß die Kugeln beweglich sind in Axialrichtung relativ zum Halter, um nicht den inneren Umlauf der Kugeln zu stören. Solch eine Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter ist vorteilhaft in der Weise, daß die Größe der Drehmomentschwankung klein ist und der Bewegungshub der Kugelmutter nicht durch die rollenden Kugeln beschränkt ist.

[0005] Jedoch weist die zuvor genannte Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter die folgenden zu lösenden Probleme auf.

(1) Das Führungselement **60**, das als Umlaufteil dient, ist im wesentlichen derart konstruiert, um solch eine Größe aufzuweisen, daß die Innendurchmesserseite des Führungselements gegenüber der Innendurchmesserseite der Kugelmutter vorsteht, um die Kugeln sanft aufzunehmen. Auf diese Weise kann der käfigartige Halter **40**, der in dem Raum zwischen Spindelschaft und der Kugelmutter angeordnet ist, die Innendurchmesserseite des Führungselements **60** stören und der Halter kann sich nicht sanft relativ zur Kugelmutter bewegen.

(2) Eine elektrische Entlademaschine und eine Drahtschneidemaschine, die einen Arbeitsvorgang bei niedriger Geschwindigkeit und oszillierendem Betrieb durchführen, sind oft mit einem Hochgeschwindigkeitszuführbetrieb betrieben, während eines Zeitraums, der nicht der Arbeitsbetrieb ist, um die Arbeitseffizienz zu erhöhen. Im Hochgeschwindigkeitszuführbetrieb kollidieren die Kugeln, die durch das Führungselement **60** umlaufen, mit den länglichen Löchern **42** des käfigartigen Halters **40**, wodurch sie Schlagstellen am Halter **40** verursachen, so daß die Drehmoment-Charakteristiken sich aufgrund des Einflusses der Schlagstellen verschlechtern können.

(3) Wenn sich die Kugeln weg vom Halter **40** bewegen und dann die Kugeln rutschen und sich über die Oberfläche des Kontaktabschnittes des Spindelschafts innerhalb der Kugelumlaufbahn **62** zur benachbarten Nut bewegen, verfolgen die Kugeln solch eine geometrische Bahn, daß die Kugeln einmalig außerhalb des Kugelkreisdurchmessers (auf den nachfolgend als BCD Bezug genommen wird) bewegen, aufgrund der Zentrifugalkraft, die auf sie wirkt, und kehren zum BCD zurück. Auf diese Weise, wenn die Kugeln zum käfigartigen Halter **40** zurückkehren, kann ein solches Phänomen auftreten, daß die Kugel mit dem käfigartigen Halter **40** mit einer größeren Kraft kollidiert, oder daß die Kugel zwischen die Nut und den Halter gedrückt wird (Eindrück-Phänomen, wie ein Keil).

[0006] Weitere Kugelrollspindeln sind aus DE 44 38 972 C2 und DE 196 52 181 A1 bekannt, wobei allerdings der in DE 196 52 181 A1 beschriebene Halter axial verschiebliche Käfigelemente, nicht aber die Kugeln hält.

Aufgabenstellung

[0007] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter bereitzustellen, bei welcher die relative Größe des käfigartigen Halters in Radialrichtung und die Härte des Halters in solch einer Weise eingestellt sind, daß die Kugelrollspindel das Auftreten des Störens zwischen einem Halter und einem Element, eine Kollision einer Kugel mit dem Halter, ein Eindrücken

der Kugel oder dergleichen, verhindert, um dabei die Drehmomenteffizienz zu erhöhen.

[0008] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Kugelrollspindel mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0009] Bei der zuvor genannten Kugelrollspindel ist es vorteilhaft, daß der Halter eine Härte in einem Bereich von HRC 22 – HRC 67 aufweist.

[0010] Darüber hinaus ist es bei der zuvor genannten Kugelrollspindel vorteilhaft, daß der Halter aus magnetisiertem Material hergestellt ist.

[0011] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den übrigen Unteransprüchen angegeben.

Ausführungsbeispiel

[0012] Die Erfindung wird nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen und zugehörigen Zeichnungen erläutert. In diesen zeigen:

[0013] Fig. 1 eine Schnittansicht der Kugelrollspindeln mit einem käfigartigen Halter gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

[0014] Fig. 2 eine Schnittansicht der Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter entlang der Linien II-II aus Fig. 1;

[0015] Fig. 3 eine perspektivische Ansicht eines Halters der Ausführungsform;

[0016] Fig. 4 eine perspektivische Ansicht eines Umlaufelements gemäß der Ausführungsform;

[0017] Fig. 5 eine vergrößerte Schnittansicht des Hauptteils der Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter gemäß der Ausführungsform, die verwendet wird zum Erklären des Verhältnisses zwischen einem Raum innerhalb des Halters, des Elements und des Spindelschafts;

[0018] Fig. 6 eine schematische Schnittansicht des Hauptabschnitts der Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die verwendet wird zum Erklären des Halters und des geometrischen Orts der Kugel;

[0019] Fig. 7 eine schematische Schnittansicht des Hauptteils der Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter gemäß der anderen Ausführungsform, gesehen von einer Schnittfläche rechtwinklig zu ihrer Achse;

[0020] Fig. 8 eine schematische Schnittansicht des

Hauptteils der Kugelrollspindel mit dem käfigartigen Halter gemäß einer noch weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, die verwendet wird zum Erklären des Betriebs des Halters;

[0021] Fig. 9 eine schematische Schnittansicht des Hauptteils der konventionellen Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter, die verwendet wird zum Erklären des Betriebs ihres Halters;

[0022] Fig. 10 eine Schnittansicht einer konventionellen Kugelrollspindel, die keinen Halter aufweist;

[0023] Fig. 11 eine perspektivische Ansicht eines konventionellen Halters, der mit Löchern versehen ist; und

[0024] Fig. 12 eine Schnittansicht eines konventionellen käfigartigen Halters.

[0025] Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden mit Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben.

[0026] Fig. 1 bis 5 sind Diagramme, die eine Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung darstellen. Fig. 1 ist eine Schnittansicht der Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter gemäß der Ausführungsform, Fig. 2 ist eine Schnittansicht der Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter geschnitten entlang einer Linie II-II in Fig. 1, Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht des Halters der Ausführungsform, Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht eines Umlaufelements der Ausführungsform und Fig. 5 ist eine vergrößerte Schnittansicht des Hauptabschnitts der Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter gemäß der Ausführungsform.

[0027] Zuerst wird eine Konfiguration der Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter gemäß der Ausführungsform erklärt.

[0028] Eine Kugelrollspindel 10 beinhaltet einen Spindelschaft 20, der mit Kugelrollspindelnuten 22 von spiralförmiger Form an seinem Außenumfang versehen ist, eine Kugelmutter 30, die mit Kugelrollspindelnuten 32 von spiralförmiger Form an ihren Innenumfang entsprechend der Kugelrollspindelnuten 22 versehen ist, einem käfigartigen Halter (nachfolgend nur als Halter bezeichnet) von zylindrischer Form mit einer geringen Dicke, der in einem Raum zwischen dem Spindelschaft 20 und der Kugelmutter 30 angeordnet ist, einer Vielzahl von Kugeln 50, die zwischen den Kugelrollspindelnuten 22 des Spindelschaftes 20 und der dieser gegenüberliegenden Kugelrollspindelnut 32 der Kugelmutter 30 angeordnet sind und lose in länglichen Löchern 42 des Halters aufgenommen sind, und Führungselementen 60, die jeweils mit einem Durchgangsloch 36 versehen sind,

das in der Kugelmutter 30 vorgesehen sind.

[0029] Wie in Fig. 3 dargestellt, ist der Halter 40 in zylindrischer Form ausgebildet mit einer geringeren Dicke und ist mit einer Vielzahl von länglichen Löchern 42 versehen, von denen jedes an seiner Umfangsoberfläche ausgebildet ist, um sich in Axialrichtung zu strecken, und um ihn von seinem Außenumfang zum Innenumfang zu durchdringen. Der Halter 40 ist darüber hinaus mit säulenförmigen Abschnitten 44 ausgebildet, die zwischen benachbarten länglichen Löchern 42 ausgebildet sind. Die Kugeln 50 sind innerhalb der Kugelrollspindelnuten 22, 32 des Spindelschaftes 20 und der Kugelmutter 30 angeordnet, und darüber hinaus voneinander getrennt, um frei rollen zu können, wenn sie in den länglichen Löchern 42 des Halters aufgenommen sind. Wie in Fig. 4 dargestellt, weist das Führungselement 60 solch eine Konfiguration auf, daß das Führungselement in die Durchgangslöcher 36 paßt, welche am Körperabschnitt der Kugelmutter 30 ausgebildet sind, um die benachbarten beiden Kugelrollspindelnuten 32 der Kugelnuten 30 zu überbrücken. Das Führungselement 60 ist mit einer Kugelumlaufbahn 62 mit einer großen Tiefe versehen, die an seinem Innenumfang vorgesehen ist, die es erlaubt, die Kugeln 50 über das Gewinde zwischen dem Kugelrollspindelnuten 22 des Spindelschafts 20 zu bewegen. Zusätzlich zum Führungselement 60 für einen linksseitigen Kugelumlauflauf, der in Fig. 1 dargestellt ist, ist ein anderes Führungselement 160 für einen rechtsseitigen Kugelumlauflauf vorgesehen, wie dies in Fig. 2 dargestellt ist. Das Führungselement 160 für den rechtsseitigen Kugelumlauflauf ist an einer Position angeordnet, die um 90° vom linksseitigen Kugelumlauflauf phasenverschoben ist. Fig. 1 zeigt einen Zustand, wo eine Kugel 50a, die durch das rechtsseitige Führungselement hindurchtritt, gerade über das Gewinde des Spindelschafts bewegt wird. Stoppringe 70, 71, sind an der Innenumfangsoberfläche der Kugelmutter 30 vorgesehen, so daß der Halter 40 relativ bezüglich der Kugelmutter 30 drehbar ist, sich jedoch nicht in Axialrichtung bewegen kann.

[0030] Wie in Fig. 5 dargestellt, hat der Halter 40, der in dem Raum zwischen dem Spindelschaft 20 und der Kugelmutter 30 angeordnet ist, einen Raum mit einem Abstand A zwischen der Außendurchmesser-Oberfläche 43 des Halters und der Innendurchmesser-Oberfläche 63 des Führungselementes 60 und weist darüber hinaus einen Raum auf mit einem Abstand B zwischen der Innendurchmesser-Oberfläche 41 des Halters und der Außendurchmesser-Oberfläche 23a des Gewindes des Kontaktabschnittes 23 des Spindelschafts 20. Die Abstände A und B dieser Räume sind so festgelegt, um die Beziehung $A > B$ zu befriedigen.

[0031] Der Betrieb einer Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter gemäß der Ausführungsform wird

neu beschrieben.

[0032] Zunächst ist die Kugelmutter **30** in solch einer Weise unterstützt, daß sie nicht gedreht werden kann, jedoch in Axialrichtung verschieblich ist, und dann wird der Spindelschaft **20**, der nicht in Axialrichtung bewegt werden kann, im Uhrzeigersinn gedreht, wenn dies von der rechten Seite in **Fig. 1** gesehen wird. Dann rollen die Vielzahl von Kugeln **50**, die in die Kugelrollspindelnuten **22** des Spindelschaftes **20** und der Kugelrollspindelnut **32** der Kugelmutter **30** eingebettet sind, entlang der Kugelrollspindelnuten **22**, und die Kugelmutter **30** bewegt sich in Axialrichtung, d.h., in Richtung nach rechts in **Fig. 1** um die Länge, die dem Hub proportional zur Umdrehung des Spindelschaftes **20** entspricht. In diesem Fall, obwohl die Kugeln **50** entlang der Kugelrollspindelnut **22**, **32** rollen, dreht sich der Halter **40** entsprechend dem Rollen der Kugeln **50**, da der Halter drehbar durch die Kugelnuten **30** durch Stoppringe **70**, **71** unterstützt ist. Dann bewegen sich die Kugeln **50** in Axialrichtung innerhalb des länglichen Loches **42** des Halters **40** um einen Abstand, der ungefähr der Steigung der Schraube entspricht. Dann wird die Kugel **50**, die zur vorderen Endseite (linke Endseite in **Fig. 1**) des Halters **40** bewegt wurde, durch den säulenförmigen Abschnitt **44** des Halters **40** gedrückt, um dabei über den Kontaktabschnitt **23** des Gewindes des Spindelschaftes **20** bewegt zu werden, während sie entlang der Kugelumlaufbahn **62** des Führungselementes **60** geführt wird und in die benachbarte Kugelrollspindelnut **22** zurückgeführt wird (die rechtsseitige Nut in **Fig. 1**). Während des Umlaufvorgangs der Kugeln berühren sich die jeweiligen Kugeln **50** innerhalb der Kugelrollspindelnuten **22** und **32** einander nicht, da sie durch die länglichen Löcher **42** des Halters **40** voneinander getrennt sind. Auf diese Weise wird das Drehen des Spindelschaftes **20** und das axiale Bewegen der Kugelmutter **30** basierend auf der Drehung des Spindelschaftes **20** ziemlich sanft durchgeführt, so daß kaum Drehmomentschwankungen auftreten. Darüber hinaus, da der Halter **40** sich nicht in Axialrichtung bezüglich der Kugelmutter **30** bewegt, obwohl die Kugel **50** entlang des Außenumfanges des Spindelschaftes **20** umlaufen, wird der Bewegungshub der Kugelmutter **30** nicht begrenzt durch das Rollen der Kugeln und so kann die Kugelmutter verwendet werden, wenn der Bewegungshub groß ist.

[0033] Darüber hinaus, gemäß der Ausführungsform ist ein Abstand des Raumes zwischen der Außendurchmesser-Oberfläche **43** des Halters **40** und der Innendurchmesser-Oberfläche **63** des Führungselementes **60**, das an der Kugelmutter **30** befestigt ist, derart eingestellt, um größer zu sein als der Abstand **B** des Raumes zwischen der Innendurchmesser-Oberfläche des Halters **40** und der Außendurchmesser-Oberfläche **23a** des Gewindes des Spindelschaftes **20**, d.h., $A > B$. Somit, sogar wenn der Halter **40** vibriert während seiner Drehung, gelangt der Hal-

ter **40** nicht in Kontakt mit dem Führungselement **60**, da der Halter **40** sich in Kontakt befindet mit dem Spindelschaft **20**, bevor der Halter **40** mit dem Führungselement **60** in Kontakt gelangt.

[0034] Entsprechend besteht keine Möglichkeit, daß der Halter **40** sich am Führungselement **60** einhängt. Die Außendurchmesser-Oberfläche **23a** des Gewindes des Spindelschaftes **20** ist so geschliffen, um glatt zu sein, da sie im allgemeinen als Referenzoberfläche verwendet wird. Dadurch entsteht kein Problem, sogar wenn der Spindelschaft **20** mit dem Halter **40** in Kontakt gelangt. Auf diese Weise, da Drehmomentschwankungen in der Kugelrollspindel nicht auftreten, kann die Kugelrollspindel stabiler und gleichmäßiger betrieben werden.

[0035] Die Kugelrollspindel mit käfigartigem Halter gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird mit Bezug auf **Fig. 1** beschrieben.

[0036] In dieser Ausführungsform ist der aus Stahl bestehende Halter **40** unter Verwendung eines Materials hergestellt, dessen Härte größer ist als die Härte (HRC 22–30) eines allgemein wärmebehandelten Materials (mit anderen Worten ein abgeschrecktes und angelassenes Material) und kleiner als die Härte (HRC 62–67) der aus Stahl bestehenden Kugel **50** in solch einer Weise, daß der Halter und die Kugeln nicht aneinander kratzen. Das heißt, die Härte des Halters ist auf einen Bereich von HRC 22–67 begrenzt. Da der Bereich der Härte des Halters **40** in dieser Weise beschränkt ist, werden, sogar wenn die Kugeln mit dem Halter **40** heftig kollidieren zum Zeitpunkt des Zuführens zur Kugelmutter **30** mit hoher Geschwindigkeit durch Drehen des Spindelschaftes **20** mit hoher Geschwindigkeit, keine Schlagstellen am Halter **40** erzeugt. Entsprechend kann die Haltbarkeit des Halters **40** beim Hochgeschwindigkeits-Zuführen der Kugelmutter sichergestellt werden und können darüber hinaus die Drehmoment-Charakteristiken der Kugelrollspindel verbessert werden.

[0037] Doch, da die Härte des Halters innerhalb des beschränkten Bereichs von HRC 22–67 entsprechend mit der Drehgeschwindigkeit des Spindelschaftes **20** variiert, ist es vorzuziehen, daß die tatsächliche Härte des Halters **40** auf Basis einer tatsächlichen Drehgeschwindigkeit des Spindelschaftes **20** bestimmt wird. Ein Beispiel des Bestimmens unter Berücksichtigung des beschränkten Bereichs der Härte des Halters **40** wird nachfolgend beschrieben.

[0038] Das heißt, gemäß dem Ergebnis des Experiments, das den aus Stahl bestehenden Halter **40**, der durch wärmebehandeltes Material mit einer Härte von HRC 22–30 hergestellt ist, unter vorher bestimmter Drehgeschwindigkeit des Spindelschaftes **20** verwendet, wurden Schlagstellen am Halter erzeugt. Im

Gegensatz dazu, gemäß dem Ergebnis des Experiments, welches einen abgeschreckten Halter mit einer Härte von ungefähr HRC 50 verwendete, wurden keine Schlagstellen am Halter 40 ausgebildet. Zudem wurden die Kugeln nicht zerkratzt/beschädigt, solange die Härte des Halters nicht die Härte HRC 62–67 der Kugeln überschreitet. Daher, in diesem Fall, ist es zu bevorzugen, die Härte des Halters auf den Bereich von HRC 50–62 zu beschränken.

[0039] Die andere Konfiguration, der Betrieb und der Effekt dieser Ausführungsform ist der gleiche wie bei der zuvor genannten ersten Ausführungsform.

[0040] Die Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter gemäß einer noch weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird mit Bezug auf die Fig. 6 bis 9 beschrieben.

[0041] Diese Ausführungsform unterscheidet sich von der ersten Ausführungsform in dem einen Punkt, daß der Halter 40 aus magnetisiertem Material hergestellt ist. Die folgenden Materialien können als Beispiel für magnetisierte Materialien genannt werden, das sind, ① angelassener Magnet (KS magnetischer Stahl), ② Pulvertypmagnet, wie z.B. gesinterte Materialien aus Alnico-System Magnetpulver, Ferritmagnet, der Metalloxidpulver oder dergleichen verwendet, ③ Plastikmagnet, der durch eine Mischung aus Ferritmagnet mit flexiblem Plastik gebildet ist, ④ Legierungen mit einer hohen magnetischen Permeabilität, wie z.B. Siliconstahl, Permalloy-Legierung oder dergleichen und ⑤ amorphe Legierungen wie z.B. Co System oder dergleichen.

[0042] Der Betrieb dieser Ausführungsform wird mit Bezug auf Fig. 8 im Vergleich mit dem Fall beschrieben, wo der Halter aus nichtmagnetisiertem Material hergestellt ist (Fig. 9). Im allgemeinen, in dem Fall, wo der Halter aus nichtmagnetisiertem Material (Fig. 9) ausgebildet ist, bei der Kugelrollspindel mit einem käfigartigem Halter des Führungselement-Umlauftyps, wenn die Kugeln 50 sich zur nächsten Nut durch die Kugelumlaufbahn 62 des Führungselementes bewegen, während sie auf der Oberfläche des Spindelschafts 20 innerhalb der Kugelmutter 30 gleiten, werden die jeweiligen Kugeln 50 gegen die Innenwand der Kugelumlaufbahn 62 aufgrund der Zentrifugalkraft gedrückt, die auf sie wirkt, wenn die Kugeln 50 in Axialrichtung, wie in Fig. 9 dargestellt, gesehen werden. Als ein Ergebnis bewegt sich die geometrische Bahn der Kugel einmal weg vom BCD, um sich in Richtung zur Außenseite zu biegen (siehe eine Linie L in Fig. 7). Dann, wenn die Kugeln die Kugelumlaufbahn 62 durchlaufen haben, bewegen sich die Kugeln wieder auf dem BCD. Wenn die Kugeln zu den länglichen Löchern 42 des Halters 40 zurückkehren, kollidieren die Kugeln heftig mit dem Halter, um diesen mit Schlagstellen zu versehen.

[0043] Alternativ, wie in Fig. 9 dargestellt, kollidiert die Kugel 50, die in der Richtung sich bewegt, die durch den Pfeil m angezeigt ist, mit der Wandoberfläche des Endabschnitts und der Kugelumlaufbahn 62, um eine Nachgiebigkeit zu der Richtung aufzunehmen, die durch einen Pfeil k dargestellt ist, und kollidiert auch mit dem Halter 40, um eine Nachgiebigkeit in der Richtung aufzunehmen, die durch den Pfeil 1 dargestellt ist, so daß die Kugel 50 kaum in den BCD zurückkehrt.

[0044] Im Gegensatz dazu, im Fall der vorliegenden Ausführungsform (Fig. 8), wenn die Kugel 50, die auf dem BCD sich bewegt, durch die Kugelumlaufbahn 62 hindurchtritt, wird die Kugel dann mit Zentrifugalkraft beaufschlagt und darüber hinaus weiter in die Richtung angezogen, die durch den Pfeil g dargestellt ist, gegen die Zentrifugalkraft aufgrund der Magnetkraft des Halters 40. Wenn die Magnetkraft größer ist als die Zentrifugalkraft, bewegt sich die Kugel 50 in der Richtung, die durch den Pfeil h dargestellt ist, d.h., in Richtung zum BCD. Somit, wenn die Kugel zum länglichen Loch 42 des Halters 40 zurückkehrt, kann verhindert werden, daß die Kugel mit dem Halter stark kollidiert, um den Halter mit Schlagstellen zu versehen. Darüber hinaus kann solch ein Phänomen am Auftreten gehindert werden, daß die Kugel mit der Wandoberfläche des Endabschnitts der Kugelumlaufbahn 62 oder des Halters 40 kollidiert, um eine starke Nachgiebigkeit aufzunehmen, oder wie ein Keil gedrückt zu werden, so daß die Kugelrollspindel gleichmäßig betrieben werden kann.

[0045] Die Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter gemäß der vorliegenden Erfindung kann ausgebildet werden durch Kombinieren jeglicher beider oder aller der zuvor genannten drei Ausführungsformen.

[0046] Bei dem käfigartigen Halter 40 in jeder der zuvor genannten Ausführungsformen ist die Länge jedes der Vielzahl von länglichen Löchern 42 so lang gewählt, um sich von der einen Endseite zur anderen Endseite des Halters zu erstrecken.

[0047] Jedoch, wenn die benachbarten Kugelumläufe genügend voneinander getrennt sind, kann jedes der länglichen Löcher 42 in eine Vielzahl von Stücken geteilt werden (z.B. zwei) entlang der Axialrichtung gemäß der Länge der Bewegung der Kugel 50 in Axialrichtung in den zugehörigen Kugelumläufen. Wenn die länglichen Löcher 42 in Axialrichtung in dieser Weise unterteilt sind, können die benachbarten länglichen Löcher in Axialrichtung in einem Schachbrettmuster angeordnet sein.

[0048] Wie oben beschrieben, gemäß der Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter gemäß der vorliegenden Erfindung, da der Abstand, der zwischen der Kugelrollspindel definiert ist, kleiner ist als ein Ab-

stand, der zwischen einem Führungselement und dem Halter in Radialrichtung des Spindelschafts definiert ist, kann solch ein Phänomen am Auftreten gehindert werden, daß der Halter und das Führungselement sich stören, und so der Halter sich nicht gleichmäßig relativ zur Kugelmutter bewegt. Als ein Ergebnis kann die Drehmomenteffizienz der Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter weiter verbessert werden.

[0049] Gemäß der Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter gemäß der vorliegenden Erfindung, da der Halter eine Härte in einem Bereich von HRC 22 – HRC 67 aufweist, kann solch ein Phänomen am Auftreten gehindert werden, zum Zeitpunkt des Betriebes der Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter bei Hochgeschwindigkeitszuführung, daß die Kugeln, die durch das Führungselement umlaufen mit den länglichen Löchern des käfigartigen Halters heftig kollidieren, um Schlagstellen an dem Halter auszubilden und daher die Drehmoment-Charakteristiken aufgrund der Schlagstellen verschlechtert werden. Als ein Ergebnis kann die Drehmomenteffizienz der Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter weiter verbessert werden.

[0050] Gemäß der Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter gemäß der vorliegenden Erfindung, da der Halter aus magnetisiertem Material besteht, kann solch ein Phänomen am Auftreten gehindert werden, daß, wenn die Kugeln sich vom Halter weg bewegen und außerhalb des BCD innerhalb der Umlaufbahn des Umlaufführungselementes bewegen, und anschließend zum Halter zurückkehren, die Kugeln mit dem Halter mit einer großen Kraft kollidieren, oder zwischen die Mutter und den Halter gedrückt werden. Als ein Ergebnis kann die Drehmomenteffizienz der Kugelrollspindel mit einem käfigartigen Halter weiter verbessert werden.

Patentansprüche

1. Kugelrollspindel (10) mit:
 einem Spindelschaft (20), der eine wendelförmige erste Kugelrollspindelnut (22) in seiner Außenumfangsoberfläche aufweist;
 einer Kugelmutter (30), die eine der ersten Kugelrollspindelnut (22) gegenüberliegende zweite Kugelrollspindelnut (32) in ihrer Innenumfangsoberfläche aufweist;
 einer Mehrzahl von Kugeln (50), die rollend zwischen der ersten und zweiten Kugelrollspindelnut (22, 32) angeordnet sind, so dass die Kugelmutter (30) bezüglich des Spindelschafts (20) bewegbar ist; und einem zylindrischen Halter (40), der separat zwischen dem Spindelschaft (20) und der Kugelmutter (30) in Radialrichtung des Spindelschafts (20) angeordnet ist und eine Vielzahl von länglichen Löchern (42) aufweist, die sich in seiner Axialrichtung in seiner Umfangsoberfläche erstrecken, um die Kugeln (50) in

seiner Umfangsrichtung zu trennen und rollbar zu halten, gekennzeichnet durch ein Führungselement (60), welches an einem Abschnitt der zweiten Kugelrollspindelnut (32) der Kugelmutter (30) angeordnet ist, um eine Kugel derart zu führen, dass die Kugel über ein Gewinde des Spindelschafts bewegbar ist und entlang der ersten und zweiten Kugelrollspindelnut umlaufen kann, wodurch eine Umlaufbahn gebildet wird, wobei ein radialer Abstand zwischen dem Spindelschaft (20) und dem Halter (40) kleiner ist als ein radialer Abstand zwischen dem Führungselement und dem Halter (40).

2. Kugelrollspindel gemäß Anspruch 1, wobei der Halter (40) eine Härte in einem Bereich von HRC 22 – HRC 67, insbesondere in einem Bereich von HRC 50 - HRC 62, aufweist.

3. Kugelrollspindel gemäß Anspruch 2, wobei jede der Kugeln (50) eine Härte in einem Bereich von HRC 62 – HRC 67 aufweist.

4. Kugelrollspindel gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der Halter (40) ein aus einem magnetisiertem Material hergestellter käfigartiger Halter ist.

5. Kugelrollspindel gemäß wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Halter (40) aus einem Material hergestellt ist, dessen Härte größer ist als eine Härte eines wärmebehandelten Materials und kleiner ist als eine Härte der Kugel.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

FIG.1

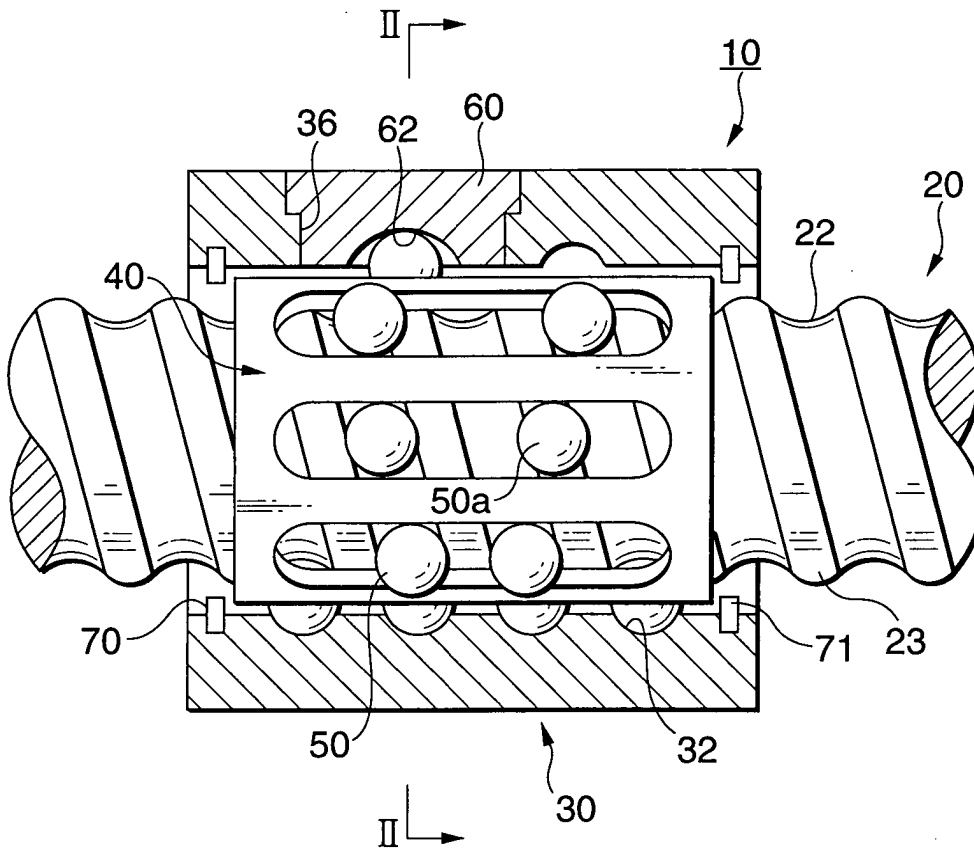


FIG.2

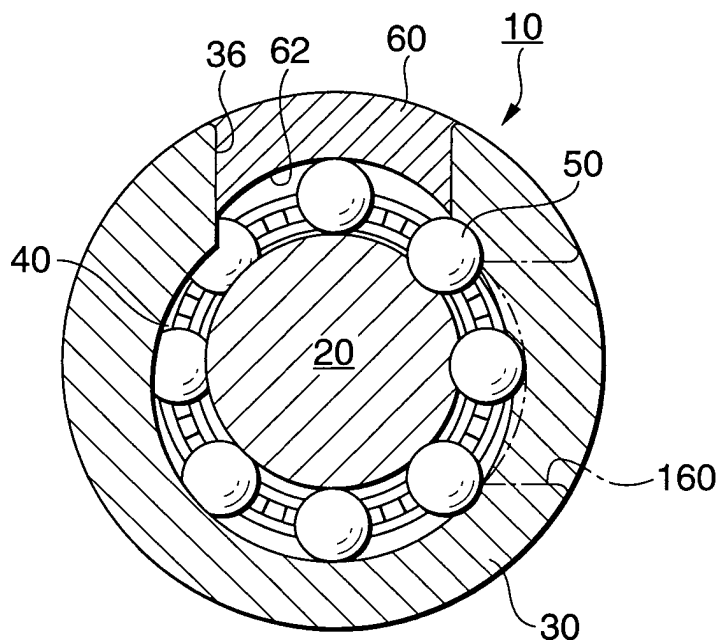


FIG.3

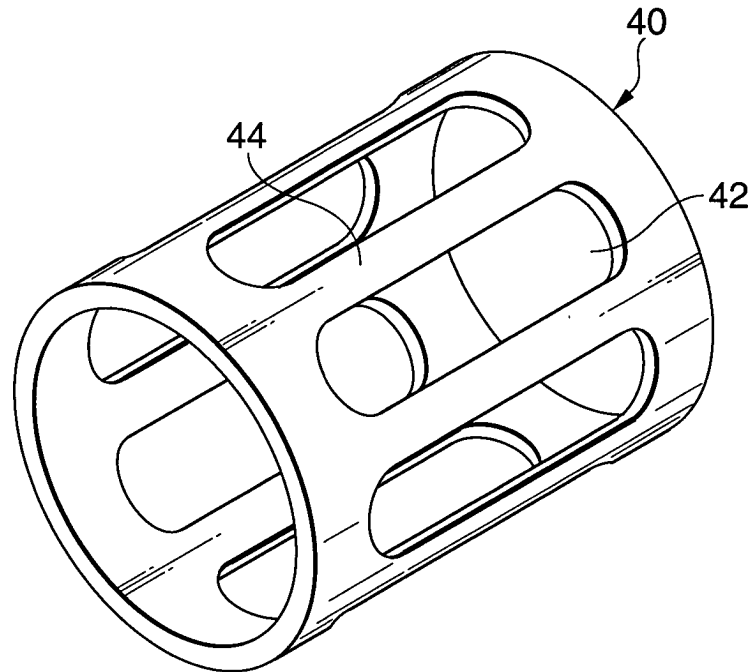


FIG.4

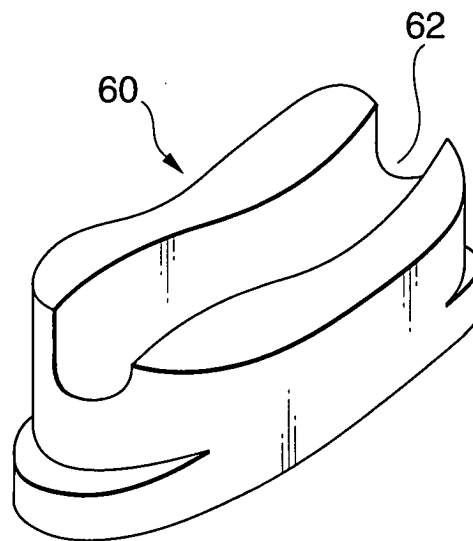


FIG.5

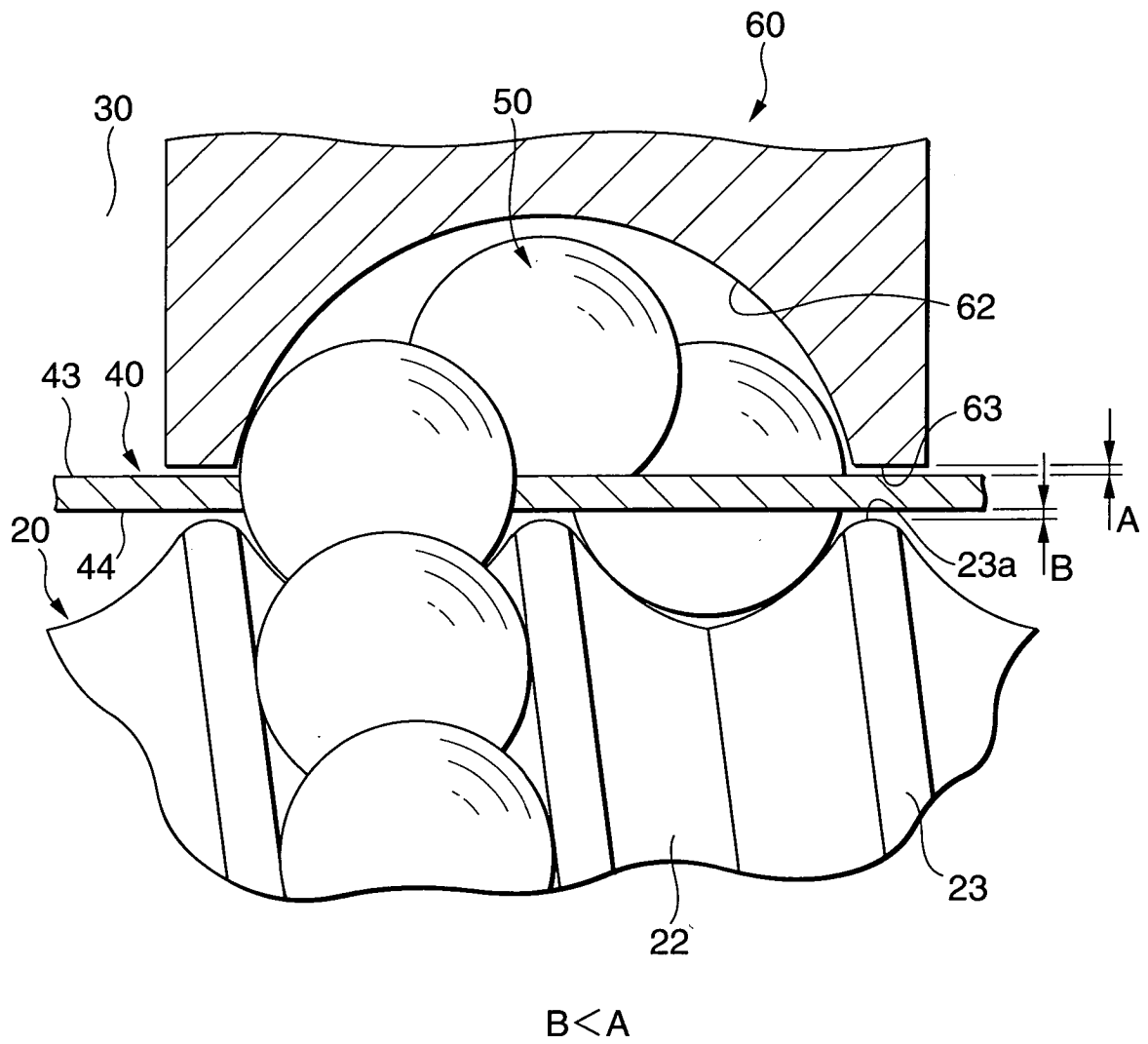


FIG.6

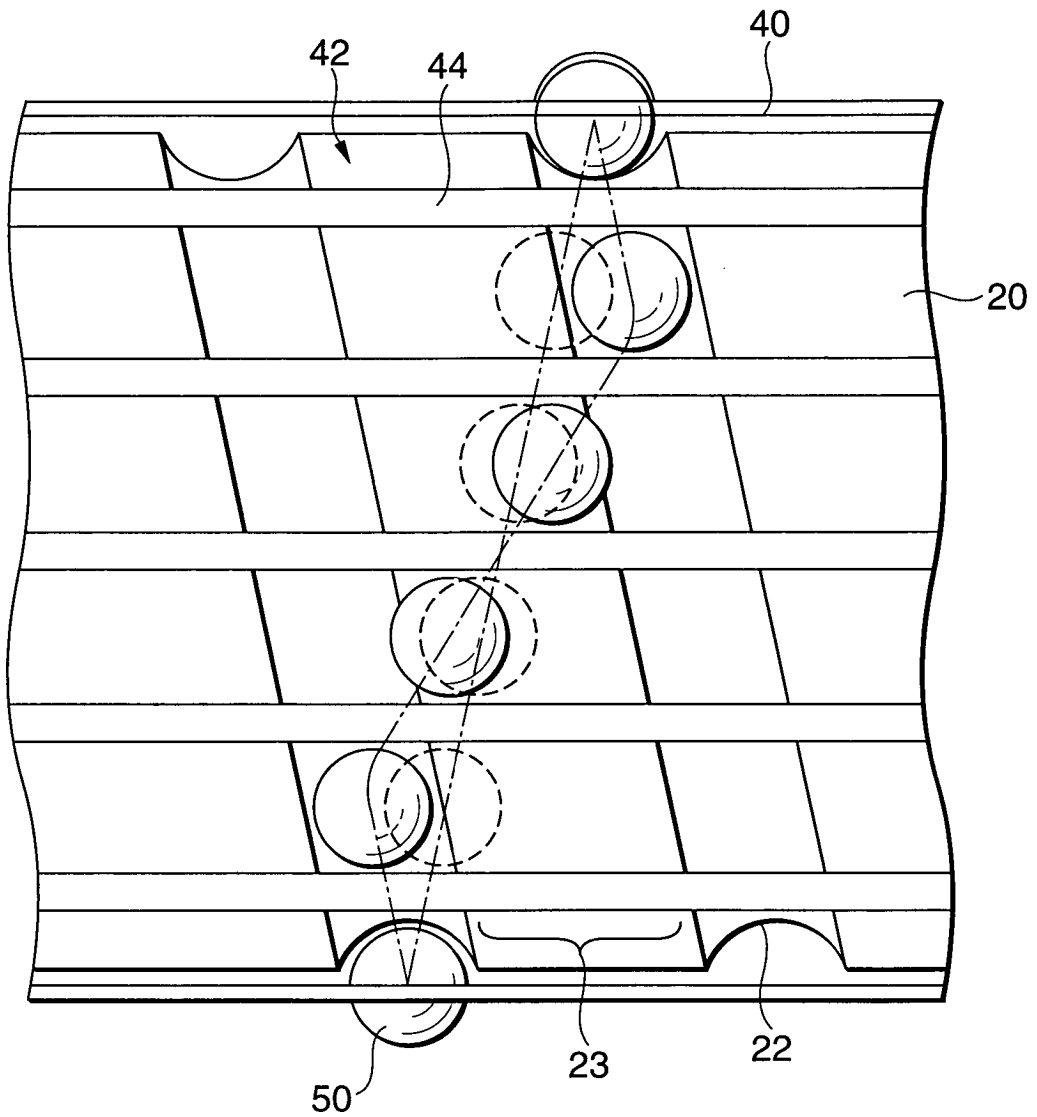


FIG.7

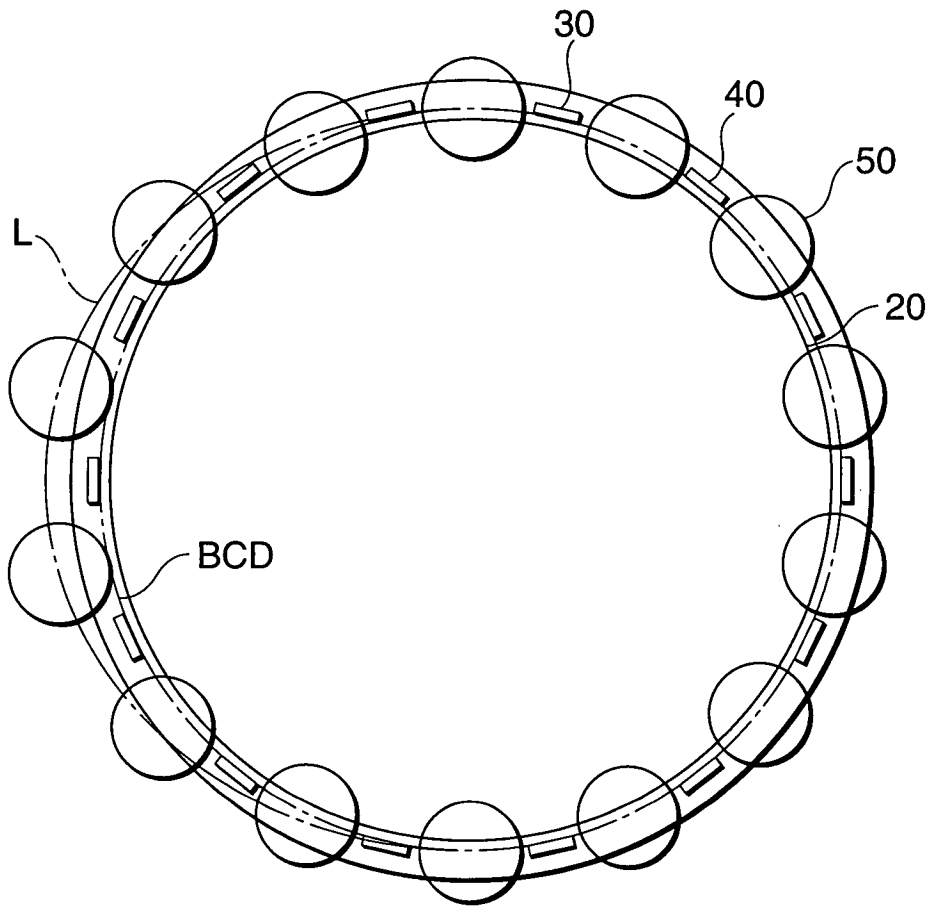


FIG.8

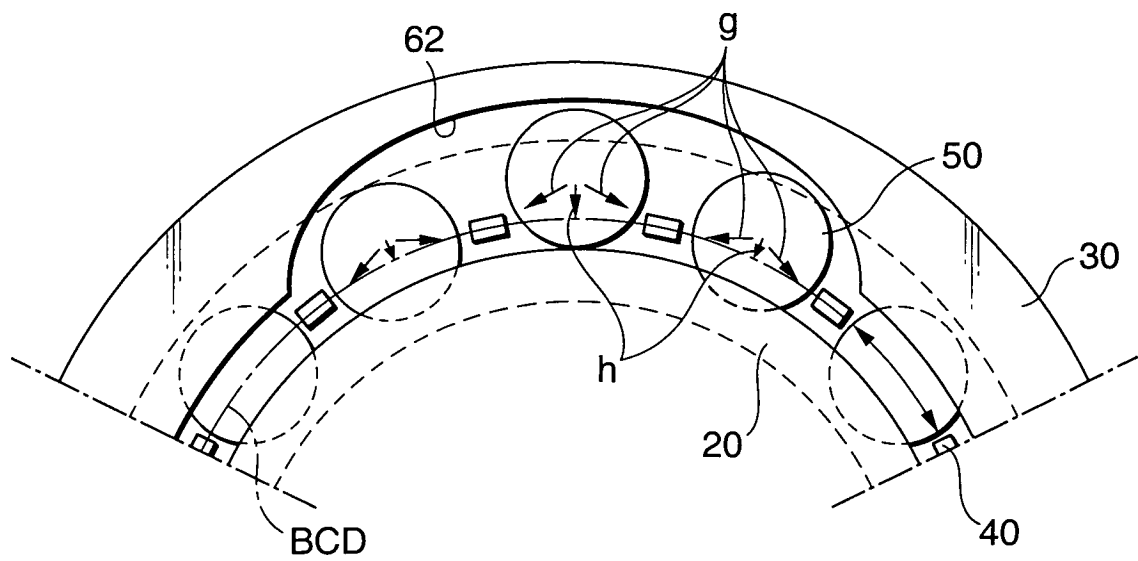


FIG.9

Stand der Technik

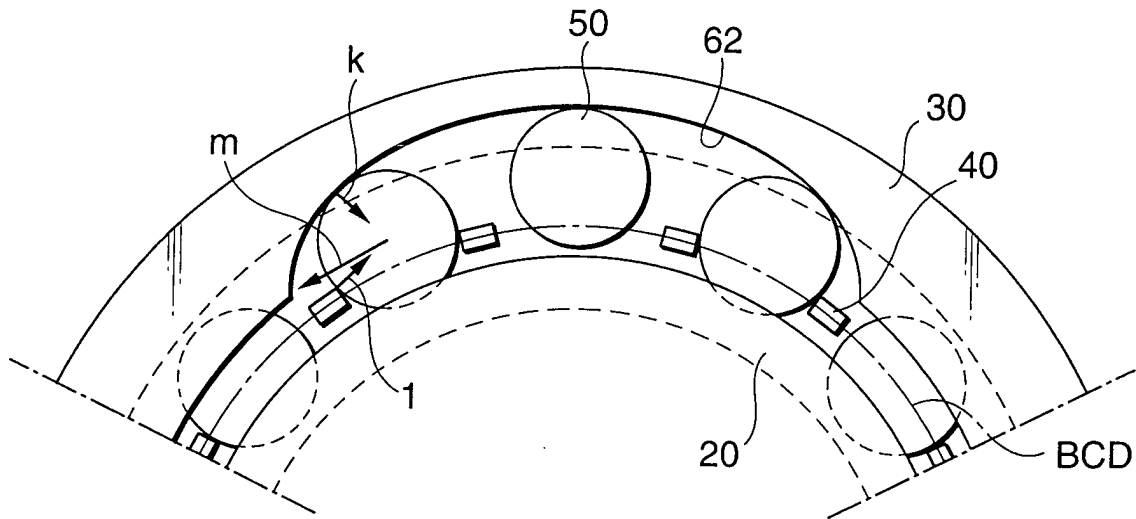


FIG.10

Stand der Technik

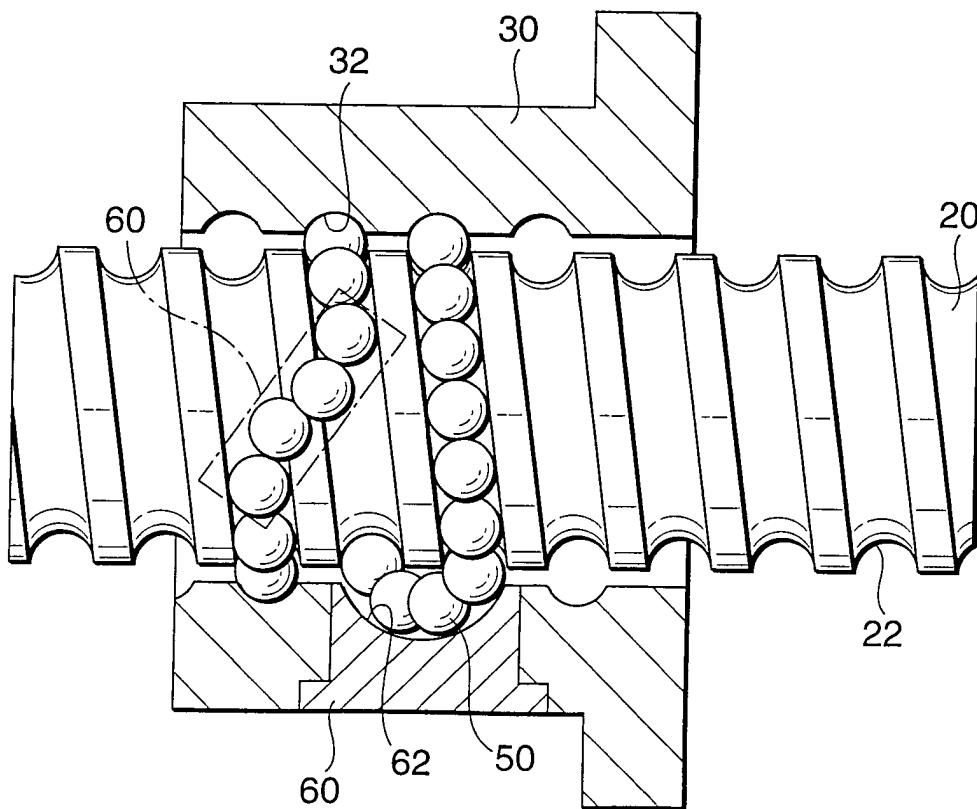


FIG.11 Stand der Technik

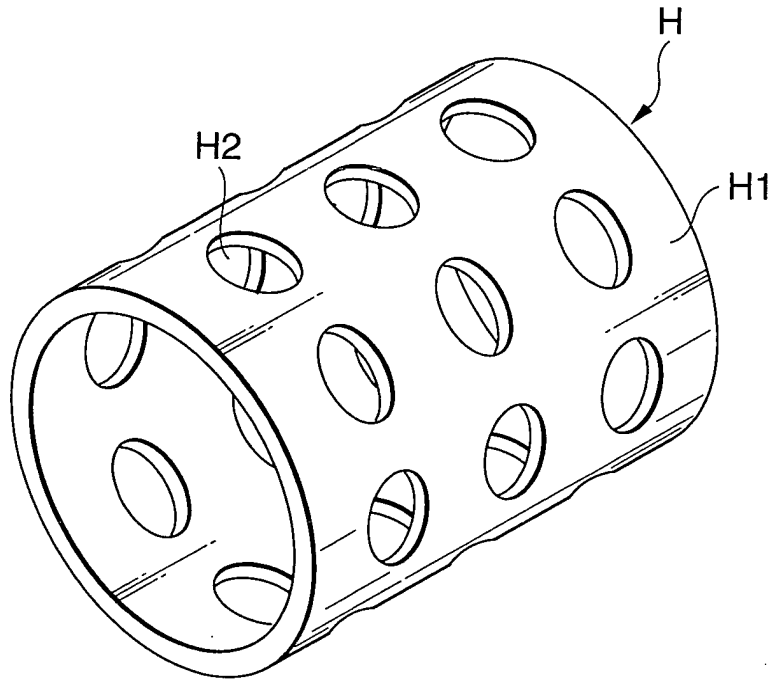


FIG.12 Stand der Technik

