(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 27 455 T3** 2011.05.05

# (12) Übersetzung der geänderten europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 845 611 B2**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 27 455.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP97/02096**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 927 385.1**
(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 1997/048913**
(86) PCT-Anmeldetag: **18.06.1997**
(87) Veröffentlichungstag der PCT-Anmeldung: **24.12.1997**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.06.1998**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **04.02.2004**
(97) Veröffentlichungstag des geänderten Patents beim EPA: **06.10.2010**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **05.05.2011**

(51) Int Cl.: ***F16C 29/06*** (2006.01)

**Patentschrift wurde im Einspruchsverfahren geändert**

(30) Unionspriorität:
**17738896** **18.06.1996** **JP**

(84) Benannte Vertragsanstalten:
**CH, DE, FR, GB, IT, LI**

(73) Patentinhaber:
**THK Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP**

(72) Erfinder:
**SHIRAI, Takeki, Tokyo 141, JP**

(74) Vertreter:
**Klunker, Schmitt-Nilson, Hirsch, 80796 München**

(54) Bezeichnung: **LINEARFÜHRUNGVORRICHTUNG MIT MEHREREN KUGELKETTENREIHEN**

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Linearführungsvorrichtung, insbesondere eine solche mit einer Mehrzahl von Kugelreihenketten, die zwei Kugelreihen halten.

**[0002]** Im Stand der Technik hat der Anmelder der vorliegenden Erfindung bereits eine Linearführungsvorrichtung vorgeschlagen, die mit einer Kette zum Halten mehrerer Kugelreihen ausgestattet sind, wobei zwei Kugelreihen von einer Kugelkette gehalten werden (vergleiche japanische Patent-Offenlegungsschrift HEI 5-126149). Diese Linearführungsvorrichtung ist mit einer Führungsschiene und einem daran gelagerten beweglichen Block ausgestattet, wobei der Block über eine Anzahl von Kugeln bewegbar ist.

**[0003]** Der bewegliche Block setzt sich zusammen aus einem bewegbaren Blockkörper mit einer Laufnut für belastete Kugeln, entsprechend einer in der Führungsschiene ausgebildeten Laufnut für belastete Kugeln, und mit einem Rücklaufkanal für unbelastete Kugeln, parallel zu der Laufnut für belastete Kugeln des bewegbaren Blockkörpers angeordnet, und mit Endplatten, die an beiden Enden des bewegbaren Blockkörpers angeordnet und dazu ausgebildet sind, einen Endlos-Kugelumlaufkanal zu bilden, welcher die Laufnut für belastete Kugeln mit dem Kugelrücklaufkanal verbindet.

**[0004]** Die Kugeln bilden zwei voneinander mit einem vorbestimmten Abstand beabstandete und parallel zueinander verlaufende Kugelreihen, die von mehreren Kugelreihenketten gehalten werden, so daß sie in dem Endlos-Kugelumlaufkanal umlaufen. Die Mehrfach-Kugelreihenkette besitzt eine Struktur aus einem flexiblen Verbindungselement zwischen zwei Kugelreihen und Abstandselementen, die sich an den beiden Seitenrandabschnitten des Verbindungselements befinden und dazu ausgebildet sind, zwischen Kugeln der einzelnen Kugelreihen eingeführt zu werden, um für einen glatten Umlauf der Kugeln zu sorgen.

**[0005]** Weil aber bei dem oben beschriebenen herkömmlichen Stand der Technik die Mehrfach-Kugelreihenkette aus einem band- oder riemenförmigen Element mit einem geschnittenen Endabschnitt gebildet wird, hängt der Endabschnitt der Kugelkette dann nach unten, wenn der bewegbare Block von der Führungsschiene abgenommen wird.

**[0006]** Wenn der Endabschnitt der Kette nach unten hängt, während der bewegbare Block an einem Tisch oder dergleichen montiert wird, bleibt möglicherweise der herabhängende Endabschnitt der Kette an dem Tisch hängen, was dazu führen kann, daß die Mehrfach-Kugelreihenkette von dem bewegbaren Block abgezogen wird oder aber verdrillt oder festgeklemmt wird durch den bewegbaren Block, so daß ein mühsam durch Arbeit zu behebendes Problem entsteht, möglicherweise auch die Kugelkette beschädigt wird.

**[0007]** Obschon die einzelnen Kugelreihen über die Abstandselemente der Kugelkette ausgerichtet umgewälzt werden, steht einem glatten Umlauf der Kugeln möglicherweise das Vorhandensein abgestufter Bereiche entgegen, deren Ursache zum Beispiel in einem Montagefehler an den Übergangsbereichen zwischen der Umlaufnut für belastete Kugeln und einem Innenumfangs-Führungsabschnitt eines Richtungsänderungskanals sowie zwischen dem Richtungsänderungskanal und dem Rücklaufkanal für unbelastete Kugeln liegt.

**[0008]** Außerdem kommt es leicht zu einem Positionsfehler an einem Außenumfangs-Führungsteil in Bezug auf den Innenumfangs-Führungsteil des bewegbaren Blockkörpers aufgrund eines Montagefehlers beim Festklemmen der Endplatten oder aufgrund einer Eigenverformung der Endplatten. Da der Endbereich des Außenumfangabschnitts der Laufnut für belastete Kugeln der Führungsschiene nahe kommt und einen Schaufelbereich zum Verschieben der Kugeln bildet, muß ein derartiger Fehler möglichst klein gehalten werden, um für einen glatten Kugelumlauf zu sorgen. Insbesondere im Fall von zwei Kugelreihen ist es notwendig, den Mittenabstand zwischen den Richtungsänderungs-Außenumfangs-Führungsteilen der Endplatten entsprechend den beiden Reihen von Laufnuten für belastete Kugeln exakt einzustellen. Bei der herkömmlichen Methode allerdings wurden die Endplatten durch Formverfahren gebildet, so daß es äußerst schwierig war, in exakter Weise ein Formteil herzustellen, da eine Verformung durch eine Verziehung des Materials im Verlauf des Formverfahrens entsteht und es eine Grenze bei der Verbesserung der Lagerungsgenauigkeit gibt.

**[0009]** Die vorliegende Erfindung schlägt vor, diese Probleme im Stand der Technik gemäß obiger Erläuterung zu lösen. Ein Ziel der Erfindung ist die Schaffung einer Linearführungsvorrichtung mit einer Mehrfach-Kugelreihenkette, die einfach zu montieren ist und einen verbesserten Kugelumlauf ermöglicht.

### Offenbarung der Erfindung

**[0010]** Um die obigen Ziele zu erreichen, wird erfindungsgemäß eine Linearführungsvorrichtung gemäß den unabhängigen Ansprüchen 1 bzw. 2 geschaffen.

**[0011]** Erfindungsgemäß erfolgt der Einbau der Kugeln in dem bewegbaren Block, indem eine vorbestimmte Anzahl von Kugeln von der Mehrfach-Kugelreihenkette gehalten wird, die dann in den bewegbaren Blockkörper eingesetzt wird, der dabei nicht an

der Führungsschiene angebracht ist, wobei das Ansetzen über den Endbereich der Mehrfach-Kugelreihenkette erfolgt. Durch Einsetzen der Kugeln in den beweglichen Block über die Mehrfach-Kugelreihenkette läßt sich der Einbau der notwendigen Anzahl von Kugeln exakt und rasch durchführen, ohne daß die Kugeln herabfallen. Außerdem läßt sich der Vorgang des Zusammenbauens vereinfachen.

**[0012]** Wenn die Montage der Mehrfach-Kugelreihenkette abgeschlossen ist, werden die Kugeln der beiden Kugelreihen, die zu der Laufnut für belastete Kugeln des nicht an der Führungsschiene angebrachten beweglichen Blocks hin freiliegen, von den Abstandselementen der Mehrfach-Kugelkettenreihe zwischen den benachbarten Kugeln abgestützt. Eine Seite der Kugelreihe, die von der Mehrfach-Kugelreihenkette abgestützt wird, wirkt mit dem Kugelkäfig zusammen, und folglich wird von der Mehrfach-Kugelreihenkette verhindert, daß die Kugeln herausfallen. Darüber hinaus wird auch ein Herabhängen des Endteils der Mehrfach-Kugelreihenkette unterbunden.

**[0013]** Wenn also der bewegliche Block an einem Tisch angebracht wird, wobei die Spurschiene noch nicht angesetzt ist, besteht keine Gefahr, daß die Mehrfach-Kugelreihenkette sich von dem beweglichen Block löst, und deshalb läßt sich die Montage rasch durchführen.

**[0014]** Nach der durch Anspruch 1 definierten Struktur enthält der Kugelkäfigteil zwei Käfigelemente, die an dem seitlichen Randbereich gegenüber der Stelle des Verbindungselements der Mehrfach-Kugelreihenkette angeordnet sind. Eine Öffnungsbreite des Halteelements ist kleiner eingestellt als die maximale Breite zwischen Kugeln der jeweiligen Kugelreihen.

**[0015]** Aufgrund dieser Ausgestaltung können zwei von der Mehrfach-Kugelreihenkette gehaltene Kugelreihen mit der Mehrfach-Kugelreihenkette durch zwei Kugelkäfigelemente zusammengehalten werden, die sich außerhalb der Mehrfach-Kugelreihenkette befinden.

**[0016]** Dieser Aufbau wird bevorzugt für eine Kontaktwinkelstruktur, bei der eine Kontaktwinkellinie, welche Kontaktpunkte der beiden Kugelreihen mit den Laufnuten für belastete Kugeln des beweglichen Blocks und die Führungsschiene verbindet, in einer Richtung geneigt, die in Richtung der Führungsschiene geschlossen ist.

**[0017]** Nach der durch Anspruch 2 definierten Struktur befindet sich das Kugelkäfigelement zwischen den beiden Kugelreihen, eine maximale Breite des Käfigelements ist größer eingestellt als die minimale Breite zwischen zwei Kugelreihen, und zwischen dem Kugelkäfigteil und dem bewegbaren Blockkörper ist eine Lücke gebildet, durch die das Verbindungselement der Mehrfach-Kugelreihenkette verläuft.

**[0018]** Bei diesem Aufbau werden die beiden von der Mehrfach-Kugelreihenkette gehaltenen Kugelreihen mit Hilfe der Mehrfach-Kugelreihenkette durch beide Seitenränder des Kugelkäfigteils im Inneren der Mehrfach-Kugelreihenkette zusammengehalten.

**[0019]** Bevorzugt wird dieser Aufbau in Verbindung mit einer Kontaktwinkelstruktur, bei der die Kontaktwinkellinie, die Kontaktpunkte der beiden Kugelreihen der Laufnuten für belastete Kugeln des beweglichen Blocks und der Führungsschiene verbindet, in einer Richtung geneigt ist, die sich in Richtung der Führungsschiene öffnet.

**[0020]** Außerdem werden ein Rücklaufkanal-Bildungsteil, welches den Rücklaufkanal für nicht belastete Kugeln entsprechend den zwei Kugelreihen bildet, ein Richtungsänderungs-Innenumfangs-Führungsteil, welches einen Innenumfangs-Führungsteil des Kugelrichtungs-Änderungskanals darstellt, und ein Kugelkäfig-Bildungsteil, welches Kugelkäfigelemente bildet, durch ein Umlaufkanal-Bildungsteil definiert, das durch Einbringen des bewegbaren Blockkörpers in eine Form integral ausgebildet ist.

**[0021]** Bei diesem Aufbau können die untereinander verbundenen Teile oder Abschnitte zwischen dem Kugelrücklaufkanal für nicht belastete Kugeln und dem Richtungsänderungskanal-Innenumfangs-Führungsteil sowie zwischen dem Richtungsänderungskanal-Innenumfangs-Führungsteil und der Laufnut für belastete Kugeln als kontinuierliche Oberflächen ohne Abstufung ausgebildet werden, so daß ein glatter Kugelumlauf erreicht wird. Da außerdem der Kugelkäfigteil exakt positioniert werden kann, berühren die Kugeln den Käfigteil während des Rollens der Kugeln nicht, so daß die Kugeln ruckfrei und glatt rollen können.

**[0022]** Außerdem setzt sich der den Richtungsänderungskanal-Innenumfangs-Führungsabschnitt bildende Teil zusammen aus einem Stirnflächen-Bildungsteil, der integral mit einer Stirnfläche des bewegbaren Blockkörpers einschließlich des Richtungsänderungskanal-Führungsteils ausgebildet ist, und einem in dessen Nähe befindlichen Bereich, wobei ein Vertiefungsabschnitt den Richtungsänderungskanal-Innenumfangs-Führungsteil, der den Kugelreihen entspricht, in dem Stirnflächen-Bildungsteil ausgebildet ist, an dem Außenumfangs-Führungsteil eines Wälzkörper-Laufrichtungs-Änderungskanals ausgebildeter Ablenker mit der Ausnehmung zusammenwirkt, und der Wälzkörper-Laufrichtungs-Änderungskanal sich zusammensetzt aus dem Innenumfangs-Führungsteil und dem Außenumfangs-Führungsteil.

**[0023]** Bei diesem Aufbau kann der Ablenker positioniert werden durch die in dem Stirnflächen-Bildungsteil ausgeformte Ausnehmung, einstückig in dem bewegbaren Blockkörper ausgebildet, während der Außenumfangs-Führungsteil des Kugelrichtungsänderungskanals ebenfalls durch den Stirnflächen-Bildungsteil positioniert werden kann. Da die Ausnehmung integral in dem bewegbaren Blockkörper ausgeformt ist, läßt sich die Lagebeziehung in Bezug auf die Laufnut für belastete Kugeln exakt einstellen.

**[0024]** Außerdem läßt sich der Zusammenbau der Mehrfach-Kugelreihenkette dadurch in einfacher Weise bewerkstelligen, daß die Kette durch die Ausnehmung hindurch eingesetzt wird, so daß die Montagezeit für die Kette verkürzt wird.

## Kurze Beschreibung der Zeichnungen

**[0025]** Fig. 1 ist eine Ansicht einer Linearführungsvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung, wobei **Fig.** 1(a) eine Halb-Draufsicht und **Fig.** 1(b) ein Halb-Querschnitt unter Darstellung eines Stirnflächenteils ist.

**[0026]** **Fig.** 2(a) ist eine schematische perspektivische Ansicht eines Einsetzzustands eines Ablenkers eines beweglichen Blocks, **Fig.** 2(b) ist eine Schnittansicht eines Endlosumlaufkanals, **Fig.** 2(c) ist eine perspektivische Ansicht eines Teils einer Kette für eine Mehrfach-Kugelreihenkette, und **Fig.** 2(d) ist eine Teil-Draufsicht.

**[0027]** **Fig.** 3(a) ist eine Schnittansicht einer Linearführungsvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung, und **Fig.** 3(b) und **Fig.** 3(c) sind Ansichten von Verbindungsstrukturen eines Kugelhalteteils.

## Bester Weg zur Ausführung der Erfindung

**[0028]** Im folgenden wird die Erfindung anhand beispielhafter Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben.

**[0029]** Fig. 1 und Fig. 2 zeigen eine Linearführungsvorrichtung mit einer Mehrfach-Kugelreihenkette gemäß der Erfindung.

**[0030]** Nach Fig. 1 bezeichnet Bezugszeichen **1** eine Gesamtstruktur einer Linearführungsvorrichtung, welche sich im großen und ganzen aus einer Führungsschiene **2** und einem beweglich gelagerten Block **4** zusammensetzt, der über eine Anzahl von als Wälzkörper fungierenden Kugeln **3a** beweglich an der Führungsschiene **2** gelagert ist.

**[0031]** Die Führungsschiene **2** wird gebildet durch ein sich in Längsrichtung erstreckendes Teil mit einem Querschnitt in Form eines „J". Die Führungsschiene **2** besitzt zwei Seitenflächen links und rechts, entlang denen der bewegliche Block **4** über ein Paar von zwei Kugelreihen, also insgesamt vier Kugelreihen **3**, **3**, **3**, **3** geführt wird, wobei die beiden einander abgewandten Seitenflächen insgesamt vier Reihen von Laufnuten **5**, **5**, **5**, **5** für belastete Kugeln in Längserstreckung der Führungsschiene an Stellen aufweisen, die den vier Kugelreihen **3**, **3**, **3**, **3** entsprechen. Jedes Paar dieser Kugellaufnuten **5**, **5** und **5**, **5** ist in vertikaler Anordnung ausgestaltet, wie es in der Zeichnung dargestellt ist, wobei sich an jeder Seitenfläche der Führungsschiene **2** ein vorstehender Abschnitt befindet, der sich von jeder Seitenfläche aus zwischen den Nuten ein Vorsprung seitwärts erstreckt.

**[0032]** Der bewegliche Block **4** setzt sich zusammen aus einem bewegbaren Blockkörper **6** sowie Endplatten **7**, die als Richtungsänderungskanal-Bildungsteile fungieren und an den beiden Enden des bewegbaren Blockkörpers **6** angeordnet sind. Der bewegbare Blockkörper **6** ist ein Blockelement mit einem J-förmigem Querschnitt, er umfaßt einen horizontalen Abschnitt **8**, der einer Oberseite der Führungsschiene **2** gegenüberliegt, und ein Paar Lager- oder Abstütz-Schenkelabschnitte **9**, **9**, die der rechten bzw. der linken Seitenfläche der Führungsschiene **2** gegenüberliegen. Die Abstütz-Schenkelabschnitte **9**, **9** haben an ihren inneren Seitenflächen ausgebildete Laufnuten **10**, **10**, **10**, **10** für belastete Kugeln, die lagemäßig den Laufnuten für belastete Kugeln, **5**, **5**, **5**, **5** in den beiden Seitenflächen der Führungsschiene **2** entsprechen. In linearer Weise sind in den massiven Bereichen der jeweiligen Abstütz-Schenkelabschnitte **9**, **9** parallel zu den entsprechenden Laufnuten **10**, **10**, **10**, **10** für belastete Kugeln vier Kugelrücklaufkanäle **11**, **11**, **11**, **11** ausgebildet.

**[0033]** Die Endplatte **7** hat ebenfalls einen J-förmigen Querschnitt wie der bewegbare Block **6**, und sie setzt sich zusammen aus einem horizontalen Abschnitt **12** entsprechend dem horizontalen Abschnitt **8** des bewegbaren Blockkörpers **6**, und Schürzenabschnitten **13**, **13** entsprechend den Abstütz-Schenkelabschnitten **9**, **9** des bewegbaren Blockkörpers **6**. Die Schürzenabschnitte **13** der Endplatte **7** ist mit Kugelrichtungs-Änderungskanälen **14**, **14**, **14**, **14** ausgestattet, die mit den Laufnuten für belastete Kugeln **10**, **10**, **10**, **10** und den Kugelrücklaufkanälen **11**, **11**, **11**, **11** kommunizieren und damit Endlos-Kugelumlaufkanäle an beiden Seiten des bewegbaren Blockkörpers **6** bilden.

**[0034]** Kontaktwinkellinien S1, S2, S3, S4, die Kontaktpunkte der auf zwei Seiten vorhandenen zwei, also insgesamt vier Kugelreihen **3**, **3** und **3**, **3** entsprechend den Laufnuten **5**, **5**, **5**, **5** und **10**, **10**, **10**, **10** verbinden, besitzen zweiseitig symmetrische Neigungen in Richtungen, welche zur Führungsschiene hin gegenüber der Horizontalen H durch den mittleren

Teil der oberen und unteren vertikalen Kugelreihen zusammenlaufen, um eine nach außen offene Kontaktstruktur zu bilden. Durch diese Kontaktwinkellinien S1, S2, S3 und S4 und die Horizontale H gebildete Kontaktwinkel sind auf etwa 45° eingestellt und bieten damit eine Lastabstützfähigkeit, mit der die Last aus vertikalen und horizontalen Richtungen, das heißt aus praktisch jeder Richtung, im wesentlichen gleichförmig abgestützt wird.

**[0035]** Die jeweiligen rechten und linken zwei Reihen von Kugeln **3**, **3** und **3**, **3** werden durch den Endlosumlaufkanal umgewälzt, während sie von zwei Mehrfach-Kugelreihenketten **20** gehalten werden, wobei jede Mehrfach-Kugelreihenkette **20** sich zusammensetzt aus einem flexiblen Verbindungselement **21** zwischen zwei Reihen von Kugeln **3**, **3** und Abstandselementen **22**, die an den beiden Seitenrändern oder -kanten des Verbindungselements **21** befestigt und dazu ausgebildet sind, zwischen zwei benachbarte Kugeln **3a** in jeder Kugelreihe **3** eingesetzt zu werden. Die Mehrfach-Kugelreihenkette **20** wird gebildet durch ein flexibles geradliniges riemen- oder bandähnliches Element, dessen beide Enden nicht verbunden sind und voneinander einen Abstand aufweisen.

**[0036]** Zwei Kugelkäfigelemente **23**, **23** zum Verhindern, daß die Kugeln **3a** beim Abnehmen des beweglichen Blocks **4** von der Führungsschiene **1** herabfallen, befinden sich an den seitlichen Randbereichen, das heißt an dem oberen und dem unteren seitlichen Randbereich bei der dargestellten Ausführungsform, gegenüberliegend dem Verbindungselement **21** der Mehrfach-Kugelreihenkette **20** für die Kugellaufnuten **10**, **10**, **10**, **10** auf der Seite des beweglichen Blocks, durch die die beiden Kugelreihen **3**, **3** rollen. Gemäß der Kombination aus den beiden Kugelkäfigelementen **23**, **23** und der Mehrfach-Kugelreihenkette **20** wird verhindert, daß die Kugeln **3a** in den einzelnen Kugelreihen herabfallen. Die Öffnungsbreite zwischen den einzelnen Kugelkäfigelementen **23** und **23** ist auf einen Wert eingestellt, der kleiner ist als die maximale Breite der einzelnen Kugelreihen **3**, **3**.

**[0037]** Erfindungsgemäß erfolgt der Einbau der einzelnen Kugelreihen **3**, **3** in den beweglichen Block **4** durch Haltern einer vorbestimmten Anzahl von Kugeln **3a** mit Hilfe der Mehrfach-Kugelreihenkette **20** und durch Einsetzen der Kugeln **3a** in den beweglichen Block **4**, der noch nicht an der Führungsschiene **1** angesetzt ist, und zwar über den Endbereich der Mehrfach-Kugelreihenkette **20**. Entsprechend der Art und Weise, in der die Kugeln **3a** in dem beweglichen Block **4** mit Hilfe der Mehrfach-Kugelreihenkette **20** eingebaut werden, läßt sich die notwendige Anzahl von Kugeln **3a** exakt und rasch einbauen, ohne daß Kugeln herausfallen. Hierdurch wird die Effizienz bei der Montage gesteigert.

**[0038]** Darüber hinaus werden in einem Zustand, in welchem der Einbau der Mehrfach-Kugelreihenkette **20** noch nicht abgeschlossen ist, die Kugeln in den beidseitigen beiden Reihen, die zu den Laufnuten für belastete Kugeln **10**, **10**, **10**, **10** des beweglichen Blocks **4** hin, der noch nicht an der Führungsschiene angebracht ist, frei liegen, von den Abstandselementen der Mehrfach-Kugelreihenkette **20** abgestützt, die sich zwischen einander benachbarten Kugeln befinden. Die einen Seitenbereiche der jeweiligen beiden Reihen **3**, **3** und **3**, **3** von Kugeln **3a**, die von der Mehrfach-Kugelreihenkette **20** abgestützt werden, stehen in Eingriff mit den Kugelkäfigelementen **23**, **23** und **23**, **23** an sowohl dem oberen als auch dem unteren Seitenrandbereich der jeweiligen Laufnuten für belastete Kugeln **10**, **10**, und folglich kann durch die Mehrfach-Kugelreihenkette **20** verhindert werden, daß die Kugeln **3a** herausfallen. Darüber hinaus kann auch verhindert werden, daß die Endbereiche der Mehrfach-Kugelreihenkette **20** nach unten hängt.

**[0039]** Wenn also der bewegliche Block **4** mit einem Tisch zusammengebaut wird, während die Führungsschiene **1** noch nicht angebracht ist, steht nicht zu befürchten, daß die Mehrfach-Kugelreihenkette **20** von dem beweglichen Block **4** herabfällt, so daß ein ungestörter Montagevorgang möglich ist.

**[0040]** Durch ein Umlaufkanal-Bildungsteil **30**, welches integral mit dem bewegbaren Blockkörper **6** durch Einsetzen in ein und dieselbe Form gebildet ist, sind außerdem geformt: ein Paar zweiseitiger Rücklaufkanal-Bildungsteile **31**, **31**, welche Kugelrücklaufkanäle **11**, **11** und **11**, **11** für nicht belastete Kugeln bilden, entsprechend den bilateralen zwei Kugelreihen **3**, **3** und **3**, **3**; ein Paar beidseitiger Richtungsänderungskanal-Innenumfangs-Führungsteil-Bildungsteile **32**, **32**, welche die Innenumfangs-Führungsteile **14a**, **14a** und **14a**, **14a** der Kugelrichtungs-Anderungskanäle **14**, **14** und **14**, **14** bilden; und zweiseitige zwei Reihen von Kugelkäfigelement-Bildungsteilen **33**, **33** und **33**, **33**, welche die Kugelkäfigelemente **23**, **23** und **23**, **23** bilden. Das Umlaufkanal-Bildungsteil **30** kann geformt werden als Kunstharzprodukt-Formteil oder durch Aluminiumguß.

**[0041]** In der oben beschriebenen Weise können die Verbindungsteile zwischen den Kugelrücklaufkanälen für unbelastete Kugeln **11**, **11** und **11**, **11** und die Richtungsänderungskanal-Innenumfangs-Führungsteile **14a**, **14a** und **14a**, **14a** sowie zwischen den Richtungsänderungskanal-Innenumfangs-Führungsteilen **14a**, **14a** und **14a**, **14a** und den Laufnuten für belastete Kugeln **10**, **10** und **10**, **10** so ausgebildet werden, daß sich im wesentlichen kontinuierliche Flächen ohne abgestufte Bereiche bilden lassen, die einen glatten Umlauf der Kugelreihen **3**, **3** und **3**, **3** ermöglichen. Da außerdem die Kugelkäfige-

lemente **23**, **23** und **23**, **23** exakt positioniert werden können, können die Kugelreihen **3**, **3** und **3**, **3** glatt abrollen, ohne daß während der Kugelbewegung die Kugelkäfigelemente **23**, **23** und **23**, **23** berührt werden.

**[0042]** Darüber hinaus werden durch die vorliegende Ausführungsform auch Kettenführungsteile **40**, **40** gebildet, deren Aufgabe es ist, die Abweichung der einzelnen bilateralen beiden Kugelreihen **3**, **3** und **3**, **3** zu begrenzen, wenn die Kugelreihen durch den Endlos-Umlaufkanal mit Hilfe der Verbindungselemente **21** der Mehrfach-Kugelreihenketten **20**, **20** geführt werden.

**[0043]** Die Kettenführungsteile **40**, **40** besitzen einen Lastflächen-Führungsteil **41**, der zwischen den zweiseitigen Laufnuten für belastete Kugeln **10**, **10** und **10**, **10** gebildet ist; einen Richtungsänderungsbereich-Führungsteil **42**, der zwischen den Richtungsänderungs-Innenumfangs-Führungsteilen **14a**, **14a** und **14a**, **14a** gebildet ist; und einen Rücklaufbereich-Führungsteil **43**, welcher zwischen den Kugelrücklaufkanälen **11**, **11** und **11**, **11** gebildet ist, wobei die Kettenführungsteile einstückig mit dem Umlaufkanal-Bildungsteil **30** geformt ist.

**[0044]** Mit Hilfe der oben erläuterten Struktur kann, da die Mehrfach-Kugelreihenketten **20**, **20** entlang den Kettenführungsteilen während des Kugelreihen-Umlaufs geführt werden können, ein Abweichen oder ein Schwingen der Kugelreihenkettten **20**, **20** verhindert werden, und der Kugelumlauf kann noch glatter vonstatten gehen.

**[0045]** Der Richtungsänderungskanal-Führungsteil-Bildungsteil **32**, **32** setzt sich zusammen aus den Endplatten **7** als Endflächen-Bildungsteile, die einstückig an den Endflächen des bewegbaren Blockkörpers **6** einschließlich der Richtungsänderungskanal-Innenumfangs-Führungsteile **14a**, **14a** und **14a**, **14a** und in einem Bereich in deren Nähe ausgebildet sind. Diese Endplatten **7** werden mit Ausnehmungen **34**, **34** geformt, welche die Richtungsänderungs-Innenumfangs-Führungsteile **14a**, **14a** und **14a**, **14a** freilegen, und mit diesen Ausnehmungen **34**, **34** wirken zweiseitige Ablenker **35**, **35** zusammen, die mit den Außenumfangs-Führungsteilen **14b**, **14b** und **14b**, **14b** der Kugelrichtungs-Änderungskanäle **14**, **14** und **14**, **14** ausgebildet sind, wodurch die Wälzkörper-Laufrichtungs-Änderungskanäle **14**, **14** und **14**, **14** gebildet werden durch Innenumfangs-Führungsteile **14a**, **14a** und **14a**, **14a** und Außenumfangs-Führungsteile **14b**, **14b** und **14b**, **14b**. Vorzugsweise werden die Ablenker **35**, **35** durch ein Harzmaterial mit Verschleißfestigkeit, starker Dämpfung und großem spezifischen Gewicht ausgebildet.

**[0046]** Gemäß der oben erläuterten Struktur werden die Ablenker **35**, **35** von den Ausnehmungen **34**, **34** positioniert, die in den einstückig mit dem bewegbaren Blockkörper **6** geformten Endplatten **7**, **7** ausgebildet sind, und darüber hinaus lassen sich auch die Außenumfangs-Führungsteile **14b**, **14b** und **14b**, **14b** der Kugelrichtungs-Änderungskanäle **14**, **14** und **14**, **14** exakt mit Hilfe der Endplatten **7** positionieren. Da die Ausnehmungen **34**, **34** integriert mit dem bewegbaren Blockkörper **6** geformt sind, läßt sich die Lagebeziehung zwischen den Ausnehmungen **34**, **34** und den Laufnuten für belastete Kugeln **10**, **10** und **10**, **10** exakt einstellen.

**[0047]** Darüber hinaus können beim Einbau der Mehrfach-Kugelreihenketten **20**, **20** die Ketten leicht von den Ausnehmungen **34**, **34** her eingesetzt werden, was die Montagezeit für den Einbau der Kette verkürzt. Durch Einsetzen der Mehrfach-Kugelreihenketten **20**, **20**, die vorab schon die benötigte Anzahl von Kugeln halten, durch die Ausnehmungen **34**, **34** in den beweglichen Block **4** hinein läßt sich die benötigte Anzahl von Kugeln rasch einsetzen, ohne daß welche herausfallen.

[Weitere Ausführungsform]

**[0048]** Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsform der Erfindung. Bei der oben beschriebenen ersten Ausführungsform bilden die Kontaktwinkellinien S1, S2, S3 und S4 eine sich nach außen öffnende Struktur, die beidseitig symmetrisch in Richtungen geneigt ist, in der der Abstand in Richtung der Seite der Führungsschiene bezüglich der Horizontalen H durch den Mittelbereich zwischen oberen und unteren Kugelreihen schmaler wird. Bei dieser Ausführungsform jedoch wird von einer Struktur Gebrauch gemacht, bei der die Kontaktwinkellinien S1', S2', S3' und S4' eine nach innen offene Struktur bilden, die beidseitig symmetrisch in Verbereiterungsrichtung des Abstands zur Führungsschiene hin gegenüber der Horizontalen H durch den Mittelbereich zwischen oberer und unterer Kugelreihe geöffnet ist.

**[0049]** Bei dieser Ausführungsform befindet sich das Kugelkäfigelement **24** zwischen den beiden Kugelreihen **3**, **3**, und die maximale Breite C des Kugelkäfigelements **24** ist auf einen Wert eingestellt, der größer ist als die minimale Breite D der beiden Kugelreihen **3**, **3**, wodurch zwischen dem Käfigelement **24** und dem beweglichen Block **4** eine Lücke g gebildet wird, durch die das Verbindungselement **21** der Mehrfachkugelkette **20** läuft.

**[0050]** Dementsprechend werden die beiden Kugelreihen **3**, **3**, die von der Mehrfach-Kugelreihenkette **20** abgestützt wird, mit Hilfe der Mehrfach-Kugelreihenkette **20** durch beide innerhalb der Kette **20** befindlichen Seitenrandbereiche des Kugelkäfigelements **24** zusammengehalten.

**[0051]** Die beiden Enden des Kugelkäfigelements **24** können an dem Ablenker **35** fixiert sein, wie dies in **Fig.** 3(b) gezeigt ist, beide Enden können in ihrem Mittelbereich durch Eingriff zwischen einem Eingriffsvorsprung **24a** und einem Rastloch **24b** oder anderweitig miteinander verbunden sein, sie können an dem Ablenker **35** in der in **Fig.** 3(c) gezeigten Weise angebunden sein über einen Endabschnitt des Kugelkäfigelements **24**. Als Verbindungsstruktur kann beispielsweise von einer Struktur Gebrauch gemacht werden, bei der ein Vorsprung **24c** trapezförmigen Querschnitts in Eingriff mit einer Schwalbenschwanznut **24d** in dem Ablenker **35** steht und der Vorsprung sich am Endbereich des Kugelkäfigelements **24** befindet. Es können auch zahlreiche andere Verbindungsstrukturen eingesetzt werden.

**[0052]** Da Strukturen nach dieser Ausführungsform abgesehen von den oben angesprochenen Strukturen im wesentlichen die gleichen sind, wie sie bei der vorhergehenden Ausführungsform vorhanden sind, tragen die Elemente oder Teile gleiche Bezugszeichen wie bei der vorhergehenden Ausführungsform, Details werden nicht noch einmal erläutert.

**[0053]** Im Fall von parallelen Kontaktwinkellinien der beiden obigen Kugelreihen kann es möglich sein, zwei Kugelkäfigelemente **23**, **23** außerhalb der beiden Kugelreihen **3**, **3** anzuordnen, wie dies in Fig. 1 gezeigt ist, oder man kann das Kugelkäfigelement **24** gemäß **Fig.** 3a zwischen den beiden Kugelreihen **3**, **3** anordnen.

**[0054]** Bei der obigen Ausführungsform wurde zwar der Fall einer Linearführungsvorrichtung mit zwei Sätzen aus jeweils zwei Kugelreihen beschrieben, selbstverständlich ist die Erfindung aber auch anwendbar auf einen Fall mit einem einzigen Satz aus zwei Kugelreihen.

**[0055]** Wie oben ausgeführt, kann erfindungsgemäß das Herausfallen der Kugeln verhindert werden durch die kombinierte Struktur aus dem Kugelkäfigelement und der Mehrfach-Kugelreihenkette, und das Herunterhängen des Endbereichs der Mehrfach-Kugelreihenkette läßt sich ebenfalls unterbinden, so daß der Zusammenbau der Anordnung vorgenommen werden kann, ohne daß besondere Aufmerksamkeit auf die Vermeidung des Herausfallens der Kugeln aufgewendet wird. Die Montage wird also vereinfacht.

**[0056]** Erfindungsgemäß werden der Rücklaufkanal-Bildungsteil, der den Rücklaufkanal für nicht belastete Kugeln entsprechend den beiden Kugelreihen bildet, der Richtungsänderungs-Innenumfangs-Führungsteil-Bildungsteil, der den Innenumfangs-Führungsteil des Kugelrichtungs-Änderungskanals bildet, und der Kugelkäfigbildungsteil, der die zwei Kugelkäfigelemente außerhalb der Mehrfach-Kugelreihenkette bildet, definiert durch den Umlaufkanal-Bildungsteil, welcher integral durch Einsetzen des bewegbaren Blockkörpers in die Form gebildet wird. Dementsprechend sind die verbundenen Bereiche zwischen diesen Teilen kontinuierlich verlaufend ohne Abstufungen, was eine glatte Kugelumwälzung gestattet.

**[0057]** Da außerdem der Kugelkäfigteil exakt positioniert werden kann, berühren die Kugeln den Käfigteil während des Kugelumlaufs niemals, und folglich können die Kugeln glatt abrollen.

**[0058]** Die Ausnehmung, welche den Richtungsänderungskanal-Innenumfangs-Führungsteil entsprechend den zwei Kugelreihen freilegt, ist in dem Endflächen-Bildungsteil ausgebildet, welches an der Endfläche des bewegbaren Blockkörpers ausgebildet ist, wobei die Ausnehmung zusammenwirkt mit dem Ablenker, um dadurch den Wälzkörper-Laufrichtungs-Änderungskanal zu bilden, demzufolge der Ablenker positioniert werden kann durch die Ausnehmung in dem Endflächen-Bildungsteil, der einstückig mit dem bewegbaren Blockkörper geformt ist, und der Außenumfangs-Führungsteil des Kugellaufrichtungs-Änderungskanals kann ebenfalls exakt über den Endflächen-Bildungsteil derart positioniert werden, daß die Lagebeziehung bezüglich der Laufnut für belastete Kugeln ebenfalls exakt einstellbar ist, was einem glatten Kugelumlauf zusätzlich förderlich ist.

**[0059]** Außerdem kann beim Zusammenbau der Mehrfach-Kugelreihenkette die Kette in einfacher Weise über die Vertiefung eingesetzt werden, was den Arbeitsaufwand bei der Montage der Kette verringert.

## Industrielle Anwendbarkeit

**[0060]** Wie oben ausgeführt, läßt sich die mit der Mehrfach-Kugelreihenkette ausgestattete Linearführungsvorrichtung gemäß der Erfindung einsetzen für Linearführungsmechanismen bei Werkzeugmaschinen, Industrierobotern, Meßgeräten etc.

## Patentansprüche

1. Linearführungsvorrichtung (**1**), ausgestattet mit einer Mehrfach-Kugelreihenkette (**20**), umfassend eine Führungsschiene (**2**) und einen bewegbaren Block (**4**), der über eine Anzahl von Kugeln (**3a**) bewegbar an der Führungsschiene (**2**) gelagert ist, wobei der bewegbare Block (**4**) einen bewegbaren Blockkörper (**6**) aufweist, ausgestattet mit Laufnuten (**10**) für belastete Kugeln entsprechend Laufnuten (**5**) für belastete Kugeln an der Führungsschiene (**2**), und Rücklaufkanälen (**11**) für unbelastete Kugeln, parallel zu den Laufnuten (**10**) für belastete Kugeln des bewegbaren Blockkörpers (**6**) angeordnet, außerdem ausgestattet mit Richtungsänderungs-Kanalelementen (**32**, **35**), die an beiden Enden des be-

weglichen Blockkörpers (**6**) ausgebildet sind und Kugelrichtungs-Änderungskanäle (**14**) bilden, wodurch Endlos-Kugelumlaufkanäle gebildet werden, die die Laufnuten (**10**) für belastete Kugeln und den Wälzelement-Rücklaufkanälen (**11**) miteinander verbinden, wobei die Kugeln (**3a**) mindestens einen Satz aus zwei Kugelreihen (**3**) bilden, die mit einem vorbestimmten Abstand parallel zueinander angeordnet sind, wobei die zwei Kugelreihen (**3**) von einer gürtelförmigen Mehrfach-Kugelreihenkette (**20**) gehalten werden, welche den Kugeln (**3a**) ermöglicht, in den Endlos-Kugelumlaufkanälen umzulaufen, wobei die Mehrfach-Kugelreihenkette (**20**) sich aus einem flexiblen Verbindungselement (**21**), das zwischen den zwei Kugelreihen (**3**) angeordnet ist, und Abstandselementen (**22**) an beiden Seitenrändern des Verbindungselements (**21**) und ausgebildet zum Einführen zwischen benachbarte Kugeln (**1a**), zusammensetzt, wobei der bewegbare Blockkörper (**6**) ein Blockelement mit J-förmigem Querschnitt ist, das einen horizontalen Abschnitt (**8**) gegenüber der Oberseite der Führungsschiene (**2**) und eine Paar Trägerschenkel (**9**, **9**) gegenüber der rechten und der linken Seitenfläche der Führungsschiene (**2**) besitzt, und die Laufnuten (**10**) für belastete Kugeln des Blockkörpers (**6**) an einer Innenseitenfläche jedes der Trägerschenkel (**9**) gebildet sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß sowohl an einem oberen als auch an einem unteren Schenkelkantenabschnitt der jeweiligen Laufnuten (**10**) für belastete Kugeln jedes Trägerschenkels an dem bewegbaren Blockkörper (**6**) zwei Kugelkäfigteile (**23**; **23**) angeordnet sind, so daß die Kugeln (**3a**) in den jeweiligen Kugelreihen (**3**) entlang den Laufnuten (**10**) für belastete Kugeln dann, wenn der bewegbare Block (**4**) von der Führungsschiene (**2**) abgenommen wird, gehalten werden, und folglich die Kugeln (**3a**) durch eine Kombination aus den Kugelkäfigteilen (**23**; **23**) und der Mehrfach-Kugelreihenkette (**20**) an einem Herausfallen gehindert werden, wobei die zwei Kugelkäfigteile (**23**, **23**) ein Käfigelement (**23**) enthalten, das an dem horizontalen Abschnitt (**8**) des bewegbaren Blockkörpers (**6**) angeordnet ist, und ein Käfigelement enthalten, das an dem Trägerschenkel des bewegbaren Blockkörpers (**6**) angeordnet ist.

2. Linearführungsvorrichtung (**1**), ausgestattet mit einer Mehrfach-Kugelreihenkette (**20**), umfassend eine Führungsschiene (**2**) und einen bewegbaren Block (**4**), der über eine Anzahl von Kugeln (**3a**) bewegbar an der Führungsschiene (**2**) gelagert ist, wobei der bewegbare Block (**4**) einen bewegbaren Blockkörper (**6**) aufweist, ausgestattet mit Laufnuten (**10**) für belastete Kugeln entsprechend Laufnuten (**5**) für belastete Kugeln an der Führungsschiene (**2**), und Rücklaufkanälen (**11**) für unbelastete Kugeln, parallel zu den Laufnuten (**10**) für belastete Kugeln des bewegbaren Blockkörpers (**6**) angeordnet, außerdem ausgestattet mit Richtungsänderungs-Kanalelementen (**32**, **35**), die an beiden Enden des beweglichen Blockkörpers (**6**) ausgebildet sind und Kugelrichtungs-Änderungskanäle (**14**) bilden, wodurch Endlos-Kugelumlaufkanäle gebildet werden, die die Laufnuten (**10**) für belastete Kugeln und den Wälzelement-Rücklaufkanälen (**11**) miteinander verbinden, wobei die Kugeln (**3a**) mindestens einen Satz aus zwei Kugelreihen (**3**) bilden, die mit einem vorbestimmten Abstand parallel zueinander angeordnet sind, wobei die zwei Kugelreihen (**3**) von einer gürtelförmigen Mehrfach-Kugelreihenkette (**20**) gehaltert werden, welche den Kugeln (**3a**) ermöglicht, in den Endlos-Kugelumlaufkanälen umzulaufen, wobei die Mehrfach-Kugelreihenkette (**20**) sich aus einem flexiblen Verbindungselement (**21**), das zwischen den zwei Kugelreihen (**3**) angeordnet ist, und Abstandselementen (**22**) an beiden Seitenrändern des Verbindungselements (**21**) und ausgebildet zum Einführen zwischen benachbarte Kugeln (**1a**), zusammensetzt, dadurch gekennzeichnet, dass ein Kugelkäfig-Element (**24**) an dem bewegbaren Block (**6**) angeordnet ist, so dass die Kugeln (**3a**) in jeweiligen Kugelreihen (**3**) entlang der Laufnuten (**10**) für belastete Kugeln gehalten werden, wenn der bewegbare Block (**4**) von der Führungsschiene (**2**) abgenommen wird, und die Kugeln (**3a**) an einem Herausfallen gehindert werden durch eine Anordnung des Kugelkäfigelements (**24**) und der Mehrfach-Kugelreihenkette (**20**), wobei das Kugelkäfigelement (**24**) sich zwischen zwei Kugelreihen (**3**) befindet, eine maximale Breite (C) des Käfigelements (**24**) auf einen größeren Wert eingestellt ist als eine Minimum-Breite (D) zwischen zwei Kugelreihen (**3**), und zwischen dem Kugelkäfigelement (**24**) und dem bewegbaren Blockkörper (**6**) eine Lücke (**9**) gebildet ist, durch die das Verbindungselement (**21**) der Mehrfach-Kugelreihenkette (**20**) läuft.

3. Linearführungsvorrichtung mit einer Mehrfach-Kugelreihenkette nach einem der Ansprüche 1 oder 2, bei der ein den Rücklaufkanal (**11**) für unbelastete Kugeln entsprechend den zwei Kugelreihen (**3**) bildender Rücklaufkanal-Bildungsteil (**31**), ein einen Innenumfangs-Führungsteil (**14a**) des Kugelrichtungs-Änderungskanals (**14**) bildender Bildungsteil (**32**) für einen Richtungsänderungs-Innenumfangs-Führungsteil, und ein Kugelkäfig-Bildungsteil (**33**), der Kugelkäfigelemente (**23**; **24**) bildet, durch einen Umlaufkanal-Bildungsteil (**30**) definiert werden, der durch Einbringen des bewegbaren Blockkörpers (**6**) in eine Form integral ausgebildet ist.

4. Linearführungsvorrichtung mit einer Mehrfach-Kugelreihenkette nach Anspruch 3, bei der der Bildungsteil (**32**) für den Richtungsänderungs-Innenumfangs-Führungsteil sich zusammensetzt aus einem Stirnflächen-Bildungsteil, der integral mit einer Stirnfläche des bewegbaren Blockkörpers (**6**) einschließlich des Richtungsänderungskanal-Führungsteils und eine Fläche in dessen Nachbarschaft ausgebildet ist, weiterhin eine Ausnehmung, die den Richtungsänderungskanal-Innenumfangs-

Führungsteil (**14a**) entsprechend den Kugelreihen (**3**) in dem Stirnflächen-Bildungsteil ausgeformt ist, ein Ablenker (**35**), der an einem Außenumfangs-Führungsteil (**14b**) eines Wälzkörper-Laufrichtungs-Änderungskanals ausgebildet ist, mit der Ausnehmung (**34**) zusammenwirkt, und der Wälzkörper-Laufrichtungs-Änderungskanal (**14**) sich zusammensetzt aus dem Innenumfangs-Führungsteil (**14a**) und dem Außenumfangs-Führungsteil (**14b**).

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

**Anhängende Zeichnungen**

FIG. 1

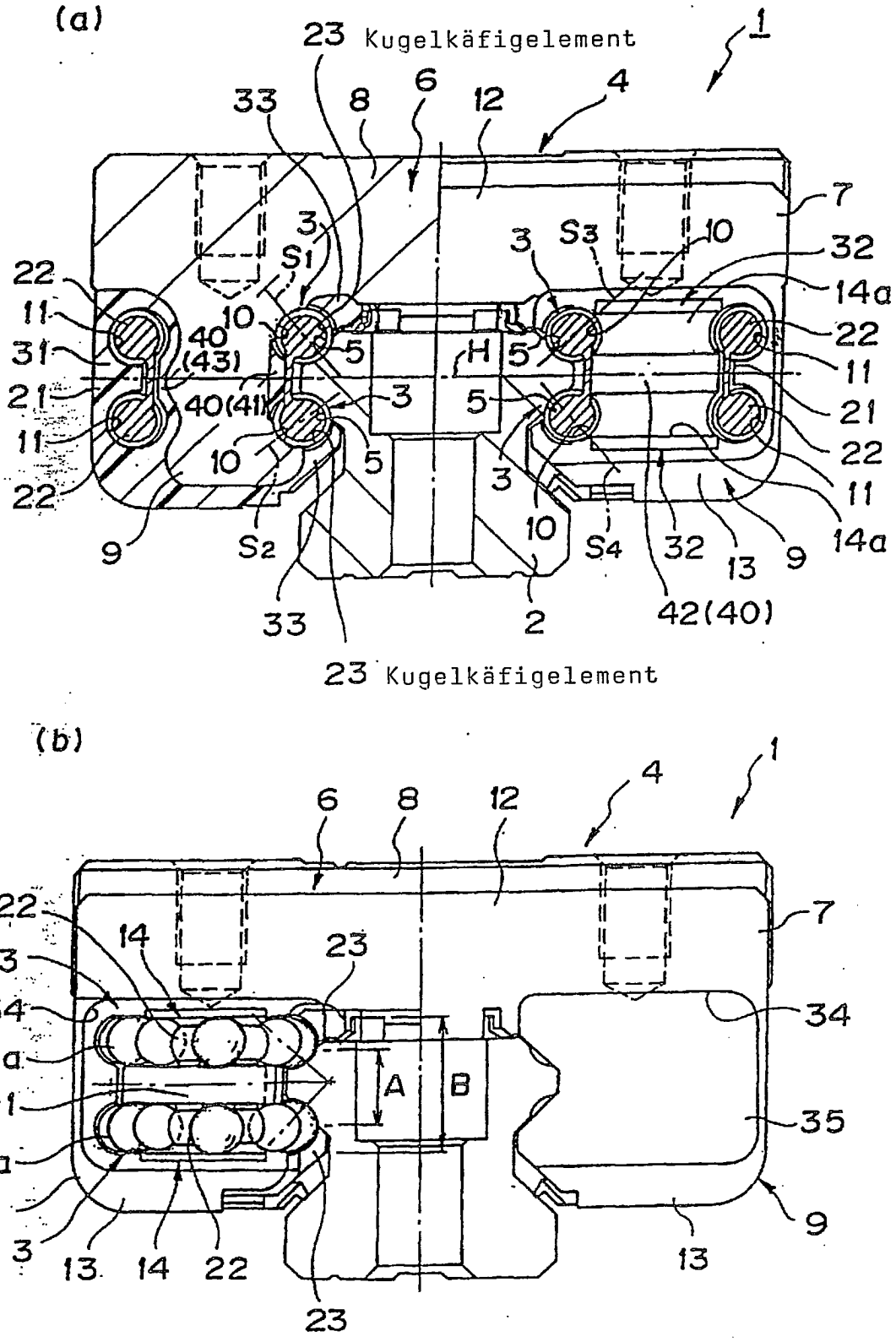


FIG. 2

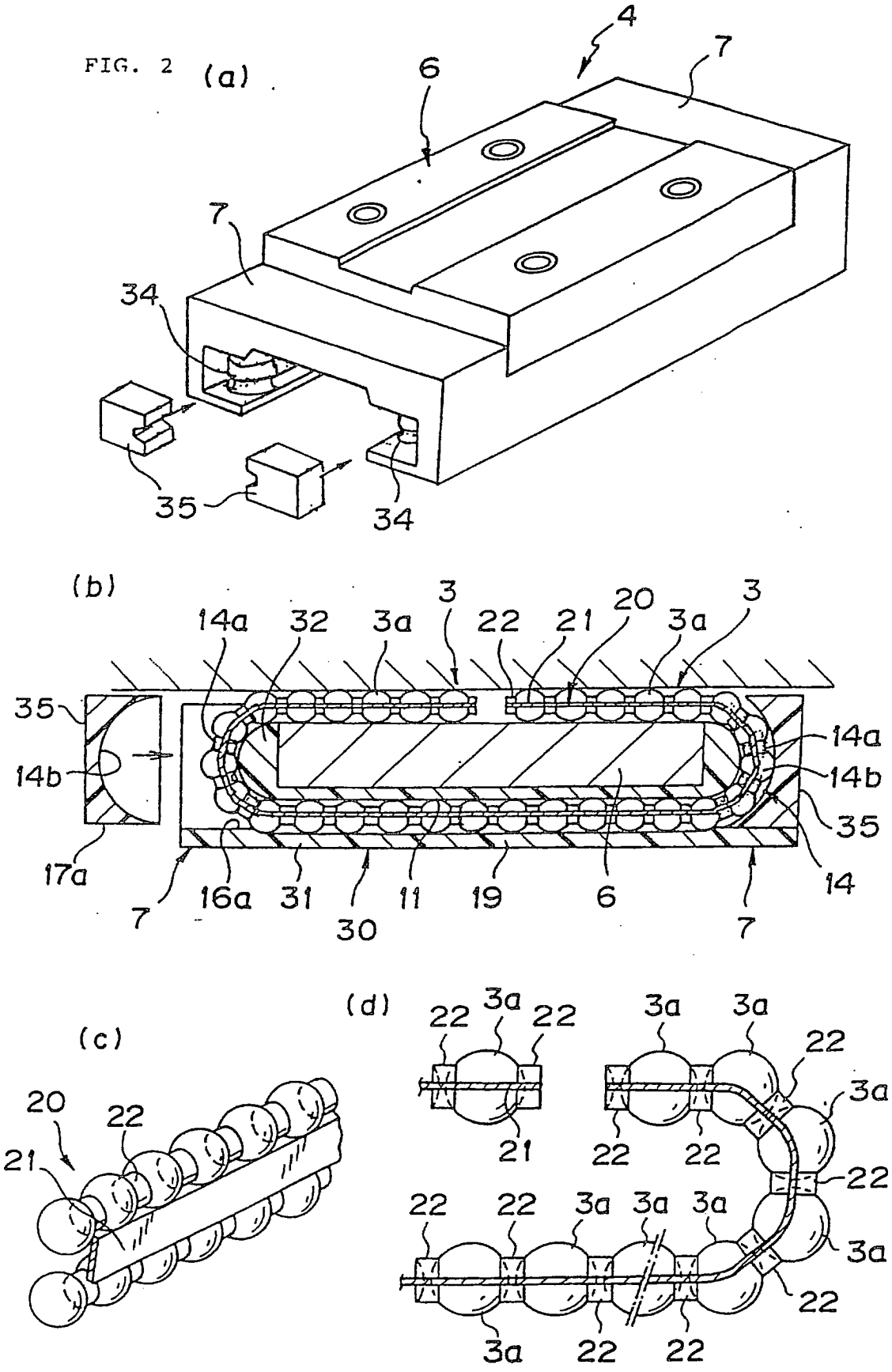
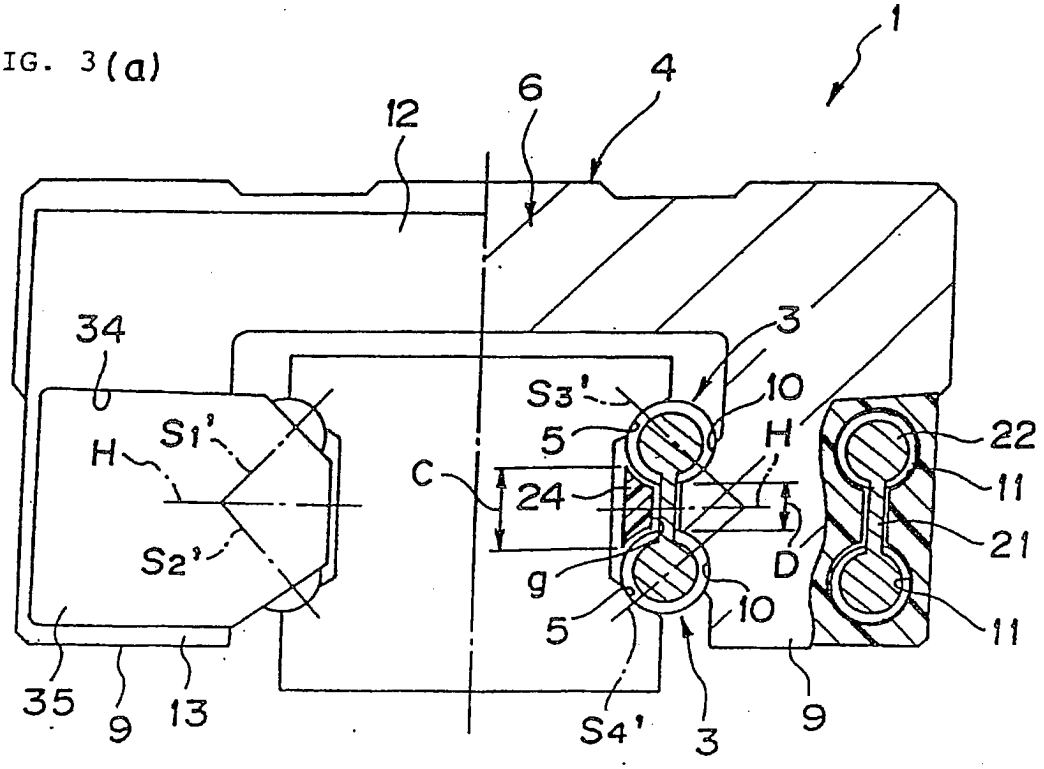
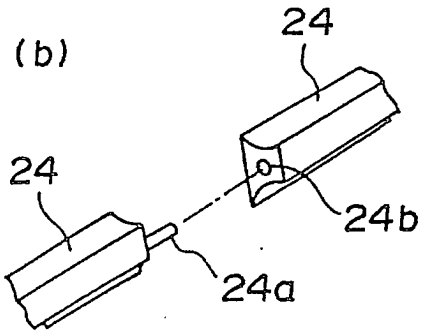

(a)
4
6
7
7
34
35
34
(b)
3
14a
32
3a
22
21
20
3a
3
35
14b
14a
14b
35
17a
14
7
16a
31
30
11
19
6
7
(c)
20
22
21
(d)
22
3a
22
3a
3a
22
21
22
22
22
22
3a
3a
3a
3a
22
3a
22
22
3a
22
22

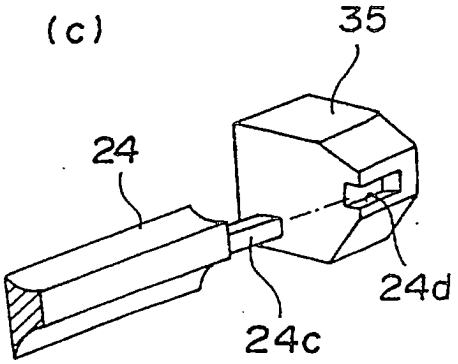
FIG. 3 (a)


1
4
6
12
34
3
S3'
10
5
H
22
S1'
H
C
24
11
21
S2'
D
g
10
5
11
35
9
13
S4'
3
9

(b)


24
24
24b
24a

(c)


35
24
24d
24c