



DE 10 2005 029 064 B4 2007.10.25



(19) Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(12)

### Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2005 029 064.7  
(22) Anmeldetag: 23.06.2005  
(43) Offenlegungstag: 28.12.2006  
(45) Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 25.10.2007  
(51) Int. Cl.: **F16C 11/06 (2006.01)**  
*E23A 1/26 (2006.01)*  
*E25J 1/700 (2006.01)*  
*A67B 19/00 (2006.01)*

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

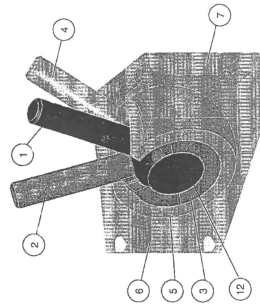
(73) Patentinhaber:  
**Weidermann, Frank, Prof., Dr.-Ing., 09232 Hartmannsdorf, DE**

(72) Erfinder:  
gleich Patentinhaber

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:  
DE 100 60 596 B4  
GB 23 29 138 A  
GB 22 89 002 A  
GB 22 89 001 A  
GB 22 88 998 A  
US 58 57 815 A  
BB 22 68 532 A  
Firmschrift GAPHEX3 GB 97, Firma Geodetic Technology (USA), Inc. Gas-Kins Centre, 3827 Gaskins Road, Glen Allen, Virginia 23060, USA;

(54) Bezeichnung: **Kugelgelenkverbindung**

(57) Hauptanspruch: Kugelgelenkverbindung, insbesondere für parallelkinematische Werkzeugmaschinen, für Mechanismen in der Handhabungs- und Robotertechnik und Mechanismen in der Medizintechnik, dadurch gekennzeichnet, dass die Schnittpunkte der Achsen (9, 10, 11) der Streben (1, 2, 4) mehrerer Kugelgelenke in einem Punkt (8) zusammen fallen, und die gegenseitige Bewegung der einzelnen Gelenke durch die Oberflächen konzentrischer Kugeln, nämlich einer Vollkugel (12) und Hohlkugeln (3, 5) geführt wird, wobei sich die Streben (1, 2) durch Ausparungen (14, 15) der Hohlkugeln (3, 5) erstrecken.



### Beschreibung

Einordnung

[0001] Mechanismen mit parallelkinematischer Struktur, insbesondere Aneinanderreihung von Werkzeugmaschinenbau, in der Roboter- und Handhabungstechnik und bei Bewegungsaufgaben in der Medizintechnik. Meist ist das Gestell mit der Abtriebsplattform bei derartigen Mechanismen mit Streben verbunden, wobei die Verbindung oft mit Kugel- bzw. Kardangelenken erfolgt. Die Berechnung vieler derartiger Mechanismen ergab, dass besonders gute Übertragungs- und Bewegungseigenschaften erreicht werden können, wenn mehrere Streben in einem Punkt mit dem Gestell bzw. mit der Plattform verbunden sind.

[0002] Mit der hier vorgestellten Erfindung wird es möglich, dass mehrere Streben über eine Kugelgelenkverbindung verbunden werden. Es bleibt jede mögliche Drehbewegung jeder Strebe gegenüber jeder anderen Strebe erhalten. Die Drehachsen aller dieser Drehbewegungen schneiden sich in einem Punkt.

Stand der Technik

[0003] Im Patent GB 2289002A werden Kugelgelenkverbindungen vorgeschalt bei denen 2 Streben mit dem Gestell in einem Punkt verbunden werden können. Zwei Kugelhälften werden über ein Drehgelenk verbunden, so dass eine Kugelhälfte gegenüber der anderen beliebig drehbar ist. An jeder Kugelhälfte ist jeweils eine Strebe fest angeschlossen.

[0004] In Patent GB 2289001A ist beschrieben, wie die durch die beiden Kugelhälften entstehende Kugel in einer weiteren Kugelchambre gelagert werden kann, die durch einen Ring aus einem Material mit hoher Lagerung der Kugelhälften mit einer Magvelagerung beschrieben.

[0005] In der Firmschrift GAP HEX3 GB97 der Firma Geodetic Technology (USA), Inc. Gaskins Centre, 3827 Gaskins Road, Glen Allen, Virginia 23060, USA, werden für die in der beiden oben genannten Patenten beschriebenen Bewegungen unterschiedliche Lagerarten verwendet (Wälzlager- und Gleitlager).

[0006] In den Patenten GB 2289099A, GB 228952A, GB 2329 384 und US 5857815A werden Anwendungsfälle für Mechanismen paralleler Struktur beschrieben, bei denen die Anlenkpunkte zweier Streben in einem Punkt zusammen fallen.

[0007] In Patent DE 10060596B4 wird ein Kugelgelenk zum Zusammenkoppeln von drei oder mehr Ver-

bindungsmitgliedern an einem Punkt beschrieben. [0008] Eine Mittalkugel, die fest mit einer Strebe verbunden ist, ist drehbeweglich in einer Teilbaren Vorrichtung gelagert. Die Hohlkugeln sind durch einen O-Ring mit einem weiteren Streben verbunden und in die weiteren Streben eingesetzt werden können. Mängel bisheriger Lösungen

[0009] Bei den bisherigen bekantesten Lösungen können nicht mehr als 2 Streben mit dem Gestell (Plattform) in einem Punkt verbunden werden, bzw. die weiteren Streben sind mit Ausnahme der Drehung um die eigene Achse, zueinander nicht verdrehbar.

[0010] Weiterhin ist es nicht möglich, mit Ausnahme von Patent DE 10060596B4, die Streben ohne ein weiteres Drehgelenk um die eigene Achse zu verdrehen.

[0011] Es ist Aufgabe der Erfindung, die vorstehend aufgezeigten Mängel zu beseitigen.

Geöste Problemstellung

[0012] Parallelkinematische Strukturen können nur dann leicht und steif mit einer hohen Dynamik und Genauigkeit gebaut werden, wenn sie einem Fachwerk ähnliche Struktur haben, weil es nur dann möglich ist nur Zug- und Druckbelastungen in der Struktur zu haben. Zur Ausbildung der „Fachwerkstruktur“ ist es erforderlich, dass sich die Wirkverknüpfungen in mehreren Punkten schneiden. Für räumliche Strukturen müssen 3 Streben mit dem Gestell (Plattform) in einem Punkt verbunden werden, um eine Kraft beliebig in Richtung in nur Zug- und Druckkräfte bei veränderlichen Strebenrichtungen sicher zu erzeugen zu können.

Erfäuterung der Erfindung und ein Ausführungsbeispiel

[0013] Es zeigen:

[0014] Bild 1: Kugelgelenkverbindung (Schnittdarstellung)

[0015] Bild 2: Modifizierte innere Strebe (1) zur Veränderung der Lage des Schwenkelementes um den Winkel  $\alpha$

[0016] Bild 3: Räumliche Darstellung der Kugelgelenkverbindung mit Schwenkwinkelverleinerung

[0017] Bild 4: Räumliche Schnittdarstellung der Kugelgelenkverbindung

[0018] Bild 5: Räumliche Darstellung der Kugelgelenkverbindung

lenkverbindung ohne Gehäuse (Gestell- oder Plattformanbindung)

**[0019]** Bild 6: Räumliche Schnittdarstellung der Kugelgelenkverbindung ohne Gehäuse (Gestell- oder Plattformanbindung).

**[0020]** Die Kugelgelenkverbindung ermöglicht zwei, drei und mehr Streben in einem Punkt zu verbinden, so dass jede Strebe gegenüber jeder anderen Strebe um alle drei Drehachsen drehbar ist. Kinematisch gleichwertig ist diese Verbindung, als ob jede Strebe mit jeder anderen und jede Strebe mit dem Gestell über ein Kugelgelenk verbunden sind und sich die Drehachsen aller möglichen Drehbewegungen in einem Punkt schneiden. Die gegenüberliegende Drehachse aller Drehachsen verläuft durch die Oberflächenebene konzentrischer Kugeln der Strebe (1) und ist fest mit einer Kugel verbunden, wobei die Strebenachsen den Kugelmittelpunkt schneiden. An der Strebe (2) ist die Hälfte einer Hohlkugel befestigt, welche mit einer Aussparung versehen ist. Durch diese Aussparung wird die Strebe (1) gesteckt. Von der Größe der Aussparung hängt der Schwenkwinkel ab, der zwischen Strebe (1) und Strebe (2) möglich wird. Eine weitere Halbe Hohlkugel (3) ergänzt die erste Halbe Hohlkugel zu einer Hohlkugel. Auch der Mittelpunkt der Hohlkugel (3) und die Strebenachse der Strebe (2) schneiden sich in einem Punkt. Die innere Oberfläche der Hohlkugel (2) mit Strebe (2) verbunden ist und die Oberfläche der Kugel (1) mit Strebe (1) verbunden ist, gleiten aufeinander. Es sind auch Lagerungen zwischen beiden Kugeloberflächen vorstellbar (z.B. Wälzlagerung). Durch die Durchmessertoleranz der beiden Kugeloberflächen wird die Genauigkeit und das Spiel der Gelenkverbindungen bestimmt.

**[0021]** Mit diesen beiden Streben können weitere in gleicher Art und Weise verbunden werden, wobei dann die bisherige Strebe (2) die Funktion der Strebe (1) und die neue Strebe (4) die Funktion der Strebe (2) übernimmt. In Analogie sind weitere Streben anbindbar. Auf Bild 1 ist die Verbindung von 3 Streben und einer Gestell(Plattform)anbindung (6, 7) dargestellt. Bei der Ausführung gemäß Bild 1 ist eine Rotation der Strebe (1) um beliebige Winkel möglich. Um alle anderen Drehachsen sind Schwenkbewegungen um 60° bis max. 70° sinnvoll konstruktiv umsetzbar.

**[0022]** Die Mittelstellung dieser  $\pm 30^\circ$ – $\pm 35^\circ$  Schwenkbewegungen ist konstruktiv um den beliebigen wählbaren Winkel  $\alpha$  verlagerbar, siehe Bild 3.

**[0023]** Bei einer Ausführung gemäß Bild 2 erhöht sich ein Schwenkwinkel jeder Strebe von ca.  $\pm 30^\circ$ – $\pm 35^\circ$  auf bis zu  $\pm 180^\circ$ .

**[0024]** Die Konstruktion auf Bild 2 ist im Vergleich zu

der auf Bild 1 nicht so steif ausführbar. Bei der Montage ist es möglich aber nicht erforderlich, jeweils zusammengehörigen Hohlkugeln in unterschiedlichen Zuordnungen (Schwenkwinkel, Schwenkrichtung, z.B. Konstruktionsrichtung) in die Aussparung der Kugelgelenkverbindung über Gleitverbindungen, wobei je nach Anwendungsfall und Belastung unterschiedliche Gleitlagerwerkstoffe und Schmierungsarten in Frage kommen.

**Vorteile und Anwendungszwecke**

**[0025]** Mit Hilfe der Kugelgelenkverbindung wird es möglich eine Vielzahl von räumlichen parallelkinematischen Mechanismen so zu konstruieren, wie z.B. die Zylindermechanismen (offene Wellen) wird es möglich den singularitätsfreien Arbeitsraum dieser Mechanismen zu vergrößern.

**Patentansprüche**

1. Kugelgelenkverbindung, insbesondere für parallelkinematische Werkzeugmaschinen, für Mechanismen in der Handhabungs- und Robotertechnik und Mechanismen in der Medizintechnik, dadurch gekennzeichnet, dass die Schnittpunkte der Achsen der Drehachsen (1) und (2) zusammen fallen und die gegenseitige Bewegung der einzelnen Gelenkelemente durch die Oberflächen konzentrischer Kugeln, nämlich einer Vollkugel (12) und Hohlkugeln (3, 5) geführt wird, wobei sich die Streben (1, 2) durch Aussparungen (14, 15) der Hohlkugeln (3, 5) erstrecken.

2. Kugelgelenkverbindung nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der mögliche Schwenkbereich um eine Nullstellung (13) erfolgt, die eine beliebige Orientierung im Raum hat.

3. Kugelgelenkverbindung nach Patentanspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die gegenseitige Bewegung der einzelnen Gelenkelemente durch beliebige Führungen (z.B. Gleitführung, Wälzführung) erfolgen kann.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

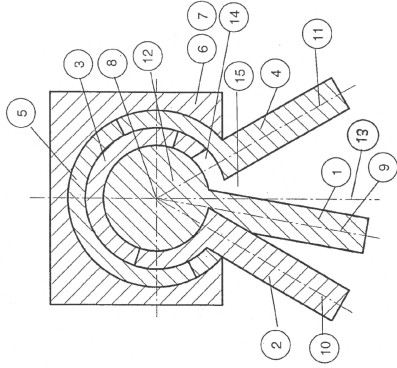


Bild 1:

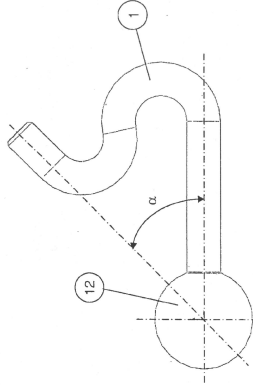


Bild 2:

DE 10 2005 029 064 B4 2007.10.25

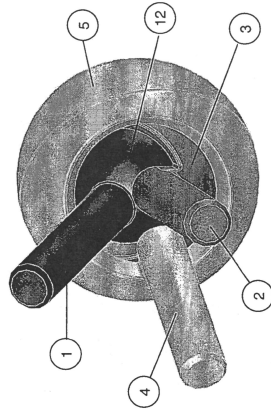


Bild 5:

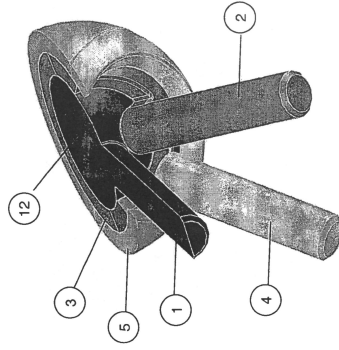


Bild 6:

DE 10 2005 029 064 B4 2007.10.25

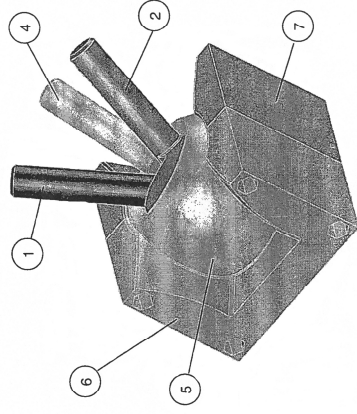


Bild 3:

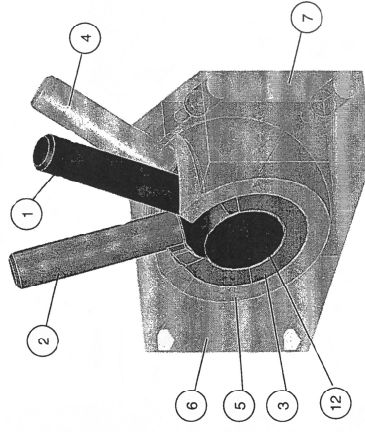


Bild 4: