



## AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 J / 302 403 3

(22) 04.05.87

(44) 21.09.88

(71) VEB Carl Zeiss JENA, Carl-Zeiss-Straße 1, Jena, 6900, DD

(72) Schubert, Gerhard, Dipl.-Phys.; Radomsky, Michael, Dr. rer. nat. Dipl.-Phys., DD

## (54) Vorrichtung zur Übertragung einer Linearbewegung

(55) Mikroelektronik, Korpuskularstrahlgeräte, Positionierantriebe, Wälzschraubtrieb, Linearbewegung, Schubstangen, Kugelumlaufmutter, Spindel, spielfreie Lagerungen, Steife, Drehbewegung

(57) Eine Vorrichtung zur Übertragung einer durch einen Wälzschraubtrieb erzeugten Linearbewegung ist für Positionierantriebe, die Linearbewegungen im Submikrometerbereich mit hoher Genauigkeit übertragen sollen, insbesondere in Korpuskularstrahlgeräten auf dem Gebiet der Mikroelektronik anwendbar. Mittels zweier Schubstangen wird die Linearbewegung in eine hermetisch abgeschlossene Bearbeitungskammer übertragen. Die beiden Schubstangen bilden zusammen mit zwei Brücken ein Gelenkviereck. Eine der Brücken ist mit der Kugelumlaufmutter des Wälzschraubtriebes starr verbunden. Die Verbindungen der Schubstangen mit den Brücken sowie der einen Brücke mit Elementen, die sich in der Bearbeitungskammer befinden, sind jeweils spielfreie Lagerungen hoher Steife für Drehbewegungen um ihren Lagerpunkt. Fig. 1

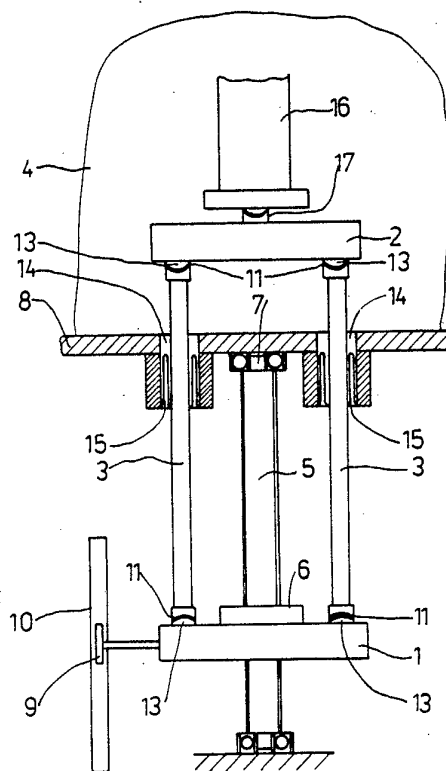


Fig 1

## Patentanspruch:

Vorrichtung zur Übertragung einer durch einen Wälzschraubtrieb, bestehend aus Spindel und Kugelumlaufmutter, erzeugten Linearbewegung mittels Schubstangen in eine hermetisch abgeschlossene Bearbeitungskammer, bei der eine mit der Kugelumlaufmutter verbundene, erste Brücke und eine innerhalb der Bearbeitungskammer befindliche, zweite Brücke vorhanden sind, die durch zwei symmetrisch zur Spindel angeordnete Schubstangen miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die erste Brücke (1) mit der Kugelumlaufmutter (6) starr verbunden ist, daß die Verbindungen der Schubstangen (3) mit der ersten und der zweiten Brücke (1; 2) jeweils spielfreie Lagerungen (11; 13) hoher Steife für Drehbewegungen um ihren Lagerpunkt sind und daß die zweite Brücke (2) mit in der Bearbeitungskammer (4) separat geführten Elementen (16) durch zwei senkrecht übereinander in der Mitte der zweiten Brücke angeordnete, ebenfalls spielfreie Lager (17) hoher Steife für Drehbewegungen um ihren Lagerpunkt verbunden ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Übertragung einer durch einen Wälzschraubtrieb erzeugten Linearbewegung in eine hermetisch abgeschlossene Bearbeitungskammer. Sie ist für Positionierantriebe, die Linearbewegungen im Submikrometerbereich mit hoher Genauigkeit übertragen sollen, insbesondere in Korpuskularstrahlgeräten, z. B. Elektronenstrahlgeräten zur Herstellung mikroelektronischer Schaltkreise anwendbar.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Es ist eine Lösung bekannt, bei der die mit einem Wälzschraubtrieb erzeugte Linearbewegung mit Hilfe zweier symmetrisch angeordneter Schubstangen in einen Vakuumrezipienten übertragen wird. Dabei wird eine unmittelbar mit einer Kugelumlaufmutter zu verbindende Brücke kardanisch mit dieser verbunden. Die Schubstangen sitzen in Passungen in dieser Brücke und sind außerdem fest mit einer zweiten Brücke verschraubt, so daß sich ein starres Viereck ergibt. Dieses Viereck wird bei seiner Linearbewegung in x-Richtung in zwei an der Wand des Rezipienten befestigten Gleitführungen in y- und z-Richtung geführt.

Diese Lösung hat folgende Nachteile:

Fertigungs- und Montagetoleranzen, insbesondere zwischen den Richtungen der Spindel des Wälzschraubtriebes und den im Vakuumrezipienten separat geführten Elementen, der Lage der Befestigungspunkte der Schubstangen in den Brücken zu den Gleitführungen, der durch die Passungen in der ersten Brücke vorgegebenen Ausrichtung der Schubstangen zueinander und der diese Brücke gegen Verdrehung sichernden Führung zur Lage der Gleitführungen zueinander können bei der x-Bewegung des starren Vierecks nur durch y- und z-Bewegungen der zweiten Brücke ausgeglichen werden. Diese führen jedoch zu Zwangskräften in den Gleitführungen, somit zu hoher positionsabhängiger Reibung und Partikelgeneration durch Abrieb innerhalb des Vakuumrezipienten. Die Ankopplung der zweiten Brücke an die im Rezipienten separat geführten Elemente ist nur über eine die y- und z-Bewegung der zweiten Brücke ausgleichende Kugel möglich. Die hohen veränderlichen Reibkräfte haben negativen Einfluß auf Genauigkeit und Geschwindigkeit des Positioniersystems.

Die regelungstechnisch bedeutende Größe der Steife eines mechanischen Antriebs wird bei dieser Lösung in hohem Maße durch den Kardan und die Koppelstelle Fläche der zweiten Brücke-Kugel-Fläche der Elemente im Vakuumrezipienten bestimmt und ist hier relativ gering.

## Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist, die Übertragung einer durch einen Wälzschraubtrieb erzeugten Linearbewegung in eine hermetisch abgeschlossene Bearbeitungskammer zur geregelten Positionierung im Submikrometerbereich mit gegenüber dem Stand der Technik erhöhter Positioniergeschwindigkeit und -genauigkeit zu ermöglichen.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine derartige Vorrichtung zur Übertragung einer Linearbewegung zu entwickeln, die gewährleistet, daß keine Zwangskräfte in Gleitführungen aufgrund von Übereinstimmung der Anordnung auftreten, daß die Reibung bewegter Teile und daraus resultierend der Verschleiß mit Partikelgeneration gering sowie die Steife der Vorrichtung hoch ist und daß ein Ausgleich von Lage- und Richtungstoleranzen sowie Spielfreiheit gegeben sind.

Anhand einer Vorrichtung zur Übertragung einer durch einen Wälzschraubtrieb, bestehend aus Spindel und Kugelumlaufmutter, erzeugten Linearbewegung mittels Schubstangen in eine hermetisch abgeschlossene Bearbeitungskammer, bei der eine mit der Kugelumlaufmutter verbundene, erste Brücke und eine innerhalb der Bearbeitungskammer befindliche, zweite Brücke

vorhanden sind, die durch zwei symmetrisch zur Spindel angeordnete Schubstangen miteinander verbunden sind, wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß erfindungsgemäß die erste Brücke mit der Kugelumlaufmutter starr verbunden ist, daß die Verbindungen der Schubstangen mit der ersten und der zweiten Brücke jeweils spielfreie Lagerungen hoher Steife für Drehbewegungen um ihren Lagerpunkt sind und daß die zweite Brücke mit in der Bearbeitungskammer separat geführten Elementen durch zwei senkrecht übereinander in der Mitte der zweiten Brücke angeordnete, ebenfalls spielfreie Lager hoher Steife für Drehbewegungen um ihren Lagerpunkt verbunden ist.

Die beiden Brücken bilden zusammen mit den Schubstangen ein Gelenkviereck, wobei die Schubstangen mit definierten Kräften und gegen seitliche Lageänderungen gesichert und in der Art gegen die Brücken gedrückt werden, daß diese Lagerung eine Drehbewegung um den Lagerpunkt zuläßt. Die Schubstangen benötigen keine weitere Führung als die beschriebenen Lagerungen.

Gleichzeitig sind die Lagerflächen so bemessen, daß sich bei geeigneter Wahl der verspannenden Kräfte eine hohe Steife in Richtung der zu übertragenden Linearbewegung ergibt. Die Öffnungen der Durchführungen in die Bearbeitungskammer sind ohne zusätzliche Lagerung der Schubstangen so groß bemessen, daß ein Ausgleich der Lage- und Richtungstoleranzen durch das Gelenkviereck erfolgen kann, ohne dessen Linear- und Ausgleichsbewegung zu behindern.

### Ausführungsbeispiel

Im folgenden soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und der dazugehörigen Zeichnungen näher erläutert werden.

Figur 1: zeigt den prinzipiellen Aufbau einer erfindungsgemäßen Anordnung,  
Figur 2: eine Ausführungsform der Lagerungen.

Das Ausführungsbeispiel bezieht sich auf die zwangsfreie Übertragung einer durch einen Wälzschraubtrieb erzeugten Linearbewegung in den Vakuumrezipienten einer Elektronenstrahlbelichtungsanlage. Gemäß Figur 1 wird aus einer ersten Brücke 1 und einer zweiten Brücke 2 sowie zwei Schubstangen 3, die diese Brücken verbinden, ein Gelenkviereck gebildet. Die Brücke 2 befindet sich in einem Vakuumrezipienten 4, in den die Linearbewegung übertragen wird. Den Wälzschraubtrieb bilden eine Spindel 5, die symmetrisch zwischen den Schubstangen 3 und annähernd in einer Ebene mit diesen angeordnet ist, und eine Kugelumlaufmutter 6.

Die Spindel 5 ist in zwei gegenseitig verspannten Lagern 7 an der Wand 8 des Vakuumrezipienten 4 gelagert.

Die Kugelumlaufmutter 6 ist starr mit der Brücke 1 verbunden. Die Spielfreiheit der Brücke 1 gegen eine Drehung um die Spindelachse ist durch Anfedern zweier gegeneinander verspannter Kugellager 9, von denen eines fest mit der Brücke 1 verbunden ist, gegen eine Führungsleiste 10 gewährleistet. Die Schubstangen 3 laufen in Kugelpfannen 11 aus und werden mit diesen Kugelpfannen mittels eines Druckfedermechanismus 12 mit einstellbarer Federkraft gegen in der Brücke 1 eingearbeitete bzw. starr an ihr befestigte Kugelabschnitte 13 gedrückt, so daß um dieses Kugelgelenk nur eine Drehbewegung möglich ist. Die Lagerung der Schubstangen 3 an der sich im Vakuumrezipienten 4 befindlichen Brücke 2 ist analog.

Die hermetische Abdichtung des Vakuumrezipienten 4 gegen den Atmosphärendruck erfolgt an Durchführungen 14 der Schubstangen 3 mit Rollschlauchdichtungen 15 aus Elastomer.

Die Durchführungen 14 sind in ihrer lichten Weite so bemessen, daß sie die Bewegung des Gelenkvierecks einschließlich der Rollschlauchdichtungen 15 nicht behindern.

Um eine Verwindung des Gelenkvierecks sowie seine Lageänderung bezüglich den im Vakuumrezipienten 4 separat geführten Elementen 16, z. B. der Führung eines Objektisches, zu verhindern, wird die Brücke 2 mittels zweier senkrecht übereinander in der Mitte der Brücke 2 angeordneter analog ausgeführter gemeinsam verspannter Kugelgelenke 17 mit den Elementen 16 im Vakuumrezipienten 4 verbunden. Dabei tragen z. B. die Brücke 2 die Kugelpfannen und die Elemente 16 die Kugelabschnitte. Sollen größere als durch die Einbautoleranzen bedingte Winkelbewegungen des Gelenkvierecks bei geringster Reibung realisiert werden, so können die Kugelgelenke mit der Form der Kugelpfannen 11 angepaßten Kugelhäfen ausgerüstet werden, in denen sich eine von der geforderten Steife und von den Platzverhältnissen abhängige Anzahl  $N$  ( $N \geq 3$ ) Kugeln geeigneten Materials befinden kann.

Das Auswandern des Kugelhäfens aus der Pfanne bei der Bewegung des so entstandenen Kugellager-Kugel-Gelenkes wird durch eine entsprechende Formgebung der Kugelpfanne verhindert.

In Figur 2 ist die Lagerung einer Schubstange 3 dargestellt, bei der sich der an der Brücke 1 befestigte Kugelabschnitt 13 in der Kugelpfanne 11 der Schubstange 3 bewegt. Zusätzlich ist der Druckfedermechanismus 12 dargestellt. Dieser Druckfedermechanismus wird über Gewindebolzen 18, Muttern 19 und Unterlegscheiben 20 gespannt, wodurch der Kugelabschnitt 13 in die Kugelpfanne 11 gedrückt wird.

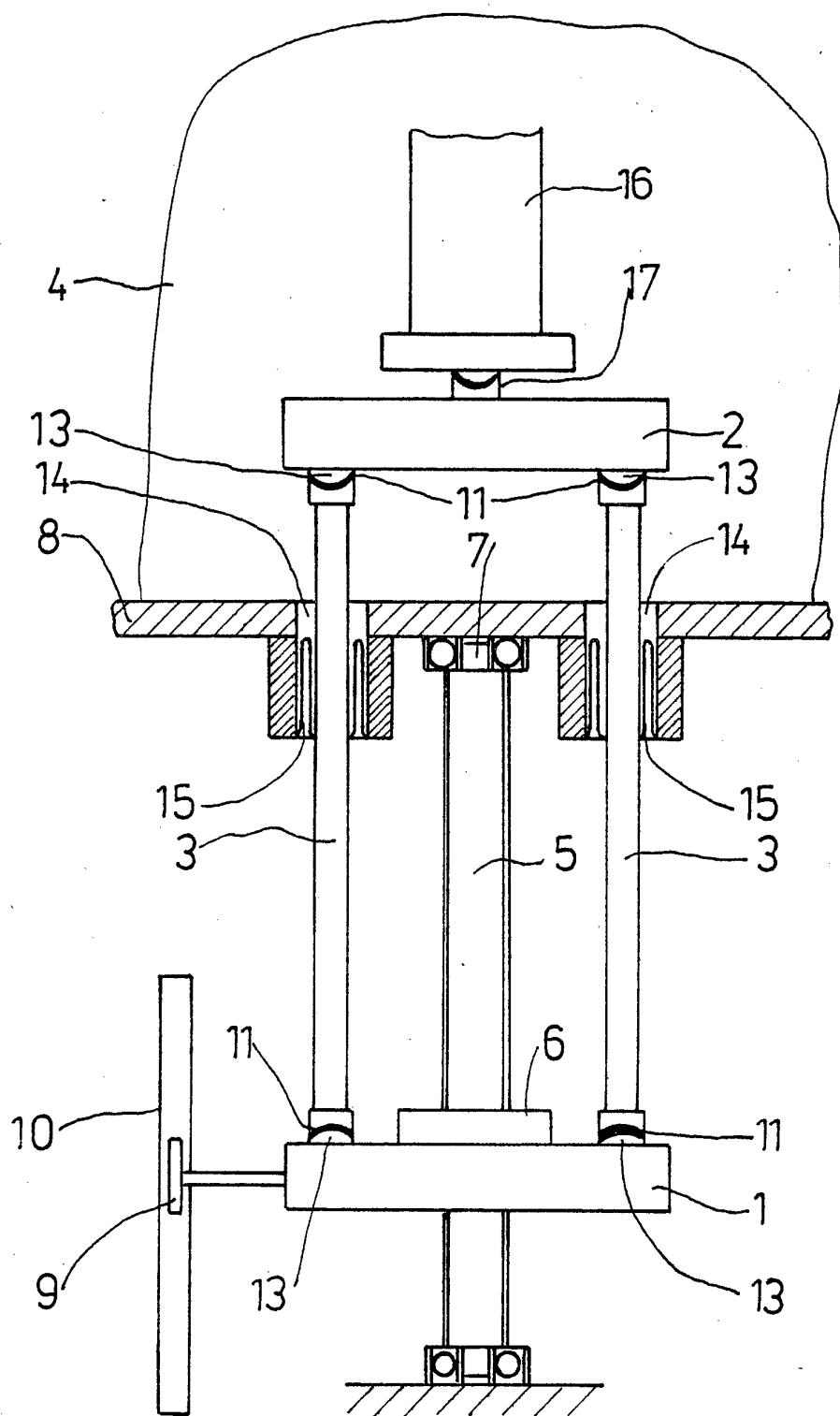


Fig 1

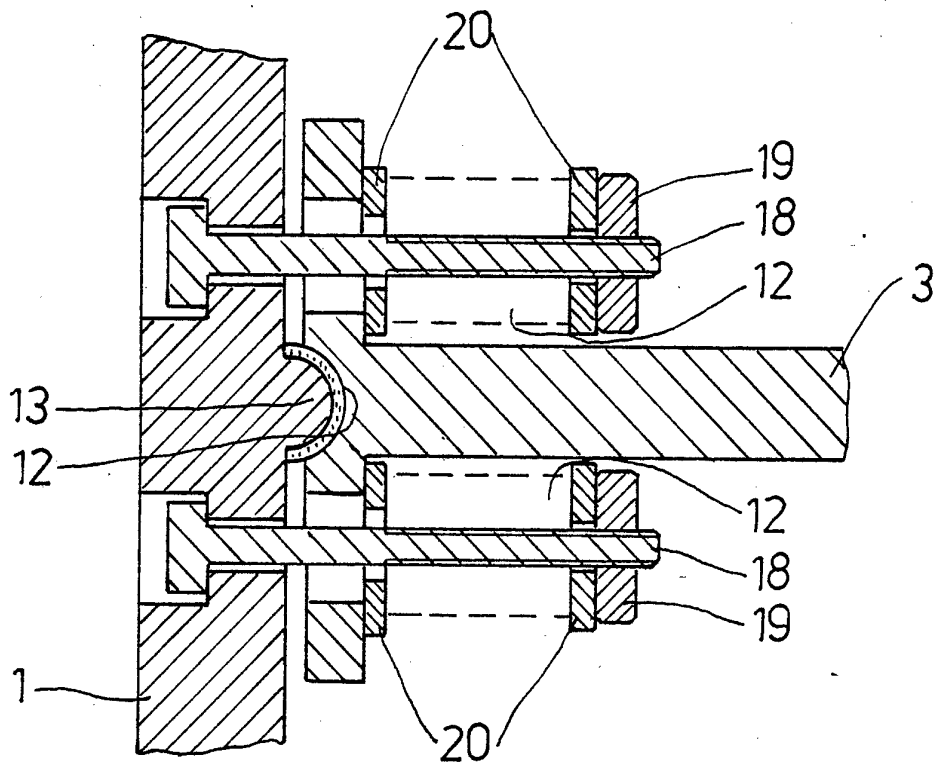


Fig. 2