



PATENTAMT der DDR

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP G 02 B / 327 200 7

(22) 03.04.89

(44) 25.07.90

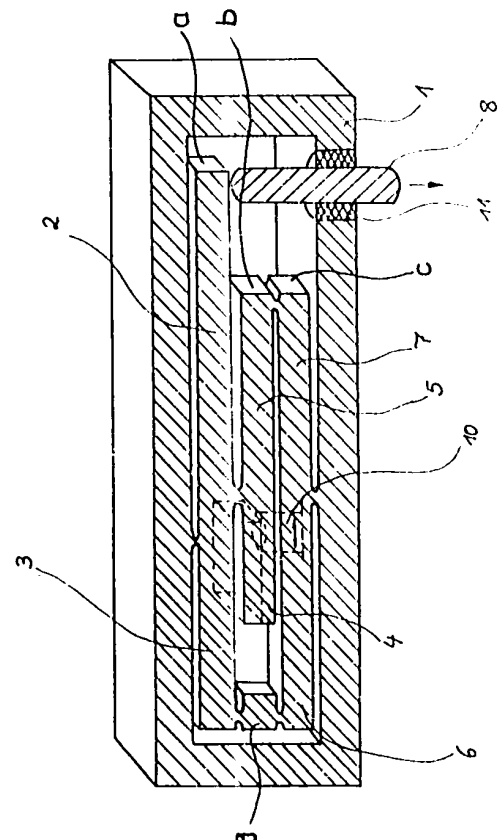
(71) VEB Carl Zeiss JENA, Carl-Zeiss-Straße 1, Jena, 6900, DD

(72) Hofmann, Reiner, Dr.-Ing.; Fischer, Andreas, Dipl.-Ing.; Wenger, Ulrich, Dipl.-Ing.; Krebs, Hans-Dieter, Dipl.-Ing.; Herrmann, Joachim, DD

(54) **Stelleinrichtung zur Feinpositionierung von Maschinenteilen**

(55) Stelleinrichtung; Feinpositionierung; Maschinenteil; Hebelsystem; Dehnungskörper; Steganordnung; Drehgelenk; Übertragungselement; Positioniergenauigkeit; Spielfreiheit; Präzisionsbearbeitungsmaschine

(57) Die Erfindung betrifft eine Stelleinrichtung zur Feinpositionierung von Maschinenteilen, beispielsweise zur Feinjustierung von Werkzeugträgern an Präzisionsbearbeitungsmaschinen. Erfindungsgemäß wird bei der aus einem Hebelsystem mit Dehnungskörpern bestehenden Stelleinrichtung die Unter- bzw. Übersetzung einer Positionierbewegung durch eine Anordnung von drei parallel zueinander angeordneten sowie miteinander und einem Gestell verbundenen Stegen realisiert. Die Verbindungen zwischen den Stegen sowie zwischen den äußeren Stegen und dem Gestell sind als Drehgelenke querschnittsdezimiert ausgebildet. Entsprechend der Ausbildung der Stege sowie der Anordnung zu einem mit einer Stelleinheit verbundenen Übertragungselement kann die Unter- bzw. Übersetzung variiert werden. Die erfindungsgemäße Stelleinrichtung kann in den Bereichen der feinmechanisch-optischen Industrie bei hochgenauen spielfreien Positionierungen eingesetzt werden. Figur



## Patentansprüche:

1. Stelleinrichtung zur Feinpositionierung von Maschinenteilen, bestehend aus einem Hebelsystem und mechanisch und/oder elektrisch steuerbaren, zur Erzeugung einer Stellbewegung dienenden Dehnungskörpern, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Hebelsystem aus drei mit jeweils zwei Armen (2, 3, 4, 5, 6, 7) versehenen Stegen (a, b, c), die parallel übereinander in einem Gestell (1) angeordnet sind, besteht, wobei die beiden äußeren Stege (a, c) mit dem Gestell (1) verbunden sind, der mittlere Steg (b) am ersten Arm (2) des ersten äußeren Steges (a) befestigt ist, der erste Arm (2) des ersten äußeren Steges (a) mit einem vorgespannten Übertragungselement (8), welches mit einer Stelleinheit in Verbindung steht, kontaktiert ist, der zweite Arm (3) des ersten äußeren Steges (a) über einen Übertragungssteg (9) mit dem zweiten äußeren gestellfesten Steg (c) in Verbindung steht, der zweite Arm (7) des zweiten äußeren Steges (c) mit dem zweiten Arm (5) des mittleren Steges (b) verbunden ist, zwischen dem ersten Arm (4) des mittleren Steges (b) und dem Gestell (1) sowie konzentrisch zum Übertragungselement (8) Dehnungskörper (10, 11) angeordnet sind und die Verbindungen zwischen den Stegen (a, b, c) und den äußeren Stegen (a, c) und dem Gestell (1) als Drehgelenke querschnittsoptimiert ausgebildet sind.
2. Stelleinrichtung zur Feinpositionierung von Maschinenteilen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dehnungskörper (10, 11) aus einem Paket elektrisch parallel und mechanisch in Reihe geschalteter piezoelektrischer Dickenschwinger bestehen.
3. Stelleinrichtung zur Feinpositionierung von Maschinenteilen nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Stege (a, b, c) aus polarisiertem Kunststoff mit senkrecht zu den Stegen (a, b, c) orientierter Polarisationsrichtung bestehen.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

## Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Stelleinrichtung zur Feinpositionierung von Maschinenteilen, beispielsweise zur Feinjustierung von Werkzeugträgern an Präzisionsbearbeitungsmaschinen.  
Sie ist anwendbar in den Bereichen der feinmechanisch-optischen Industrie.

## Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Zur Ausführung kleinster Stellbewegungen finden häufig Schrauben mit Feingewinde bzw. Spindeln Verwendung, die jedoch den Nachteil der Richtungsumkehr besitzen. In DE-OS 35 14628 wird eine Stelleinrichtung zur Feinjustierung unter Ausnutzung der Werkstoffeigenschaften (Hockesches Gesetz) in Verbindung mit an sich bekannten Stellelementen beschrieben. Dabei wirkt ein biegeelastisches, zugstarres Element, in Form einer einseitig eingespannten Platte, als bewegungsuntersetzendes Getriebe. Diese Lösung besitzt durch Materialermüdung, Veränderungen im Spannungs-Dehnungs-Diagramm sowie Gefügefehler ihre Grenzen und ist auf Grund ihrer geometrischen Abmessungen nur spezifisch anwendbar. In DD-WP 119 141, DE-OS 245 5068 sowie DE-OS 24 30196 werden verschiedenartige piezoelektrische Bimorphenelemente aufgezeigt. Dabei handelt es sich um auf eine Metallfolie aufgeklebte Metallschwinger, die funktionsmäßig den Bimetallbiegeelementen entsprechen. Der Nachteil besteht in der mechanisch geringen, aus der Geometrie resultierenden Belastbarkeit und damit einer Begrenzung der Stellkräfte. Längsschwinger in Form dünner Platten oder Stäbe sind Gegenstand der Veröffentlichungen von DD-WP 144 210, DD-WP 20 0956 und DE 2733924. Entsprechend den bereits aufgeführten Lösungen sind auch hier mechanische Instabilitäten bei großen Stellkräften zu verzeichnen. Eine Alternative stellen Dickenschwinger, wie sie beispielsweise in DE 25 45743 aufgezeigt werden, dar. Bedingt durch den gegenüber den Längsschwingern wesentlich geringeren Wirkungsgrad ist eine Reihenschaltung dieser Dehnungskörper notwendig. Eine derartige Reihenschaltung ist sehr platzaufwendig und somit nicht beliebig erweiterbar. Weiterhin verhält sich die Anzahl der damit verbundenen Koppelstellen indirekt proportional zur Steifigkeit des Systems. Dieser Umstand führt zu einer negativen Beeinflussung des Stellweges.

## Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, neben der Senkung des fertigungstechnischen Aufwandes die Positioniergenauigkeit von Maschinenteilen bei Erhöhung der Lebensdauer und Verbesserung der Temperaturstabilität zu erhöhen.

## Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Stelleinrichtung zur Feinjustierung von Maschinenteilen zu entwickeln, die eine apielfreie verschleißarme Stellbewegung im Mikrometerbereich zur Positionierung eines gegenüber einem ersten Maschinenteil beweglichen zweiten Maschinenteiles realisiert.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Stelleinrichtung zur Feinpositionierung von Maschinenteilen, bestehend aus einem Hebelsystem und mechanisch und/oder elektrisch steuerbaren, zur Erzeugung einer Stellbewegung dienenden Dehnungskörpern, dadurch gelöst, daß das Hebelsystem aus drei mit jeweils zwei Armen versehenen Stegen, die parallel übereinander in einem Gestell angeordnet sind, besteht, wobei die beiden äußeren Stege mit dem Gestell verbunden sind, der mittlere Steg am ersten Arm des ersten äußeren Steges befestigt ist, der erste Arm des ersten äußeren Steges mit einem vorgespannten Übertragungselement, welches mit einer Stelleinheit in Verbindung steht, kontaktiert ist, der zweite Arm des ersten äußeren Steges über einen Übertragungssteg mit dem zweiten äußeren gestellfesten Steg in Verbindung steht, der zweite Arm des zweiten äußeren Steges mit dem zweiten Arm des mittleren Steges verbunden ist, zwischen dem ersten Arm des mittleren Steges und dem Gestell sowie konzentrisch zum Übertragungselement Dehnungskörper angeordnet sind und die Verbindungen zwischen den Stegen und den äußeren Stegen und dem Gestell als Drehgelenke querschnittsdezimiert ausgebildet sind.

Vorteilhafterweise bestehen die Dehnungskörper aus einem Paket elektrisch parallel und mechanisch in Reihe geschalteter piezoelektrischer Dickenschwinger. Dadurch besteht die Möglichkeit einer direkten, digitalen Ansteuerung. Durch Variation der Steglängen läßt sich eine definierte Über- bzw. Untersetzung der Feinpositionierung realisieren, so daß damit auch der Einsatz mechanischer Stellelemente möglich wird.

In vorteilhafter Ausgestaltung können die Stege aus polarisierbarem Kunststoff gefertigt werden, wobei die Vorzugsrichtung der Polarisierung senkrecht zu den Stegen des Hebelsystems zu legen ist. Dies ermöglicht je nach Anwendungsfall eine Einsparung der gestellfesten Dehnungskörper sowie eine weitere Unter- bzw. Übersetzung.

Die erfindungsgemäße Stelleinrichtung ermöglicht auf Grund der Steganordnung eine hochgenaue Positionierung über relativ große Stellwege, das heißt, sowohl im Mikrometer- als auch im Millimeterbereich. Der fertigungstechnische Aufwand ist sehr gering, da keine Präzisionsteile eingesetzt werden. Weiterhin ist die Stelleinrichtung mechanisch robust und unempfindlich gegen Verschmutzungen. Sie unterliegt praktisch keinem Verschleiß und zeichnet sich damit durch eine hohe Lebensdauer aus. Infolge der Möglichkeit diskreter Stellbewegungen sind Feinpositionierungen mit verhältnismäßig geringem schaltungstechnischen Aufwand möglich. Bedingt durch die spielfreie Positionierung sowie eine hohe Temperaturbeständigkeit ist die Einsatzmöglichkeit der Stelleinrichtung sehr vielseitig.

#### Ausführungsbeispiel

In einem nachstehenden Ausführungsbeispiel soll die erfindungsgemäße Stelleinrichtung näher erläutert werden.

Die dazugehörige Figur zeigt die Stelleinrichtung mit einem in einem rahmenförmigen Gestell 1 angeordneten Hebelsystem, bestehend aus drei parallel übereinander angeordneten Stegen (a, b, c), die auf Grund ihrer Verbindung zueinander sowie zum Gestell 1 jeweils durch zwei Arme (2, 3, 4, 5, 6, 7) charakterisiert sind.

Am ersten Arm 2 des gestellfest angeordneten Steges a befindet sich der Steg b. Der Arm 2 des Steges a ist über ein vorgespanntes Übertragungselement 8 mit einem nicht dargestellten Stellelement verbunden. Weiterhin ist über einen Übertragungssteg 9 der Arm 3 des Steges a mit dem Arm 6 des Steges c, welcher gestellfest angeordnet ist, verbunden. Der Arm 7 des Steges c steht dabei mit dem Arm 5 des Steges b in Verbindung. Zwischen dem Arm 4 des Steges b und dem Gestell 1 sowie konzentrisch zum Übertragungselement 8 sind Dehnungskörper 10 und 11 angeordnet.

Die Verbindungen zwischen den Stegen a, b und c sowie zwischen dem Steg a und dem Gestell 1 und dem Steg c und dem Gestell 1 wurden durch querschnittsdezimierende Ausfräsungen realisiert, was zu einer spielfreien Ausführung infolge dabei entstandener Federdrehgelenke führt. Die Dehnungskörper 10 und 11 bestehen aus piezoelektrischem Material, wobei der Dehnungskörper 10 als Paket ausgebildet ist. Das Paket besteht dabei aus nicht dargestellten Dickenschwingern in Scheibenform, zwischen denen elektrisch leitende Folien, die der Spannungszuführung dienen, liegen. Der Dehnungskörper 11 dient als Klemmung der Stelleinrichtung nach Erreichen der Zielposition beim Auftreten großer Rückstellkräfte.

Trotz einer relativ geringen Einzelübersetzung/-untersetzung wird durch die Gestaltung und Verbindung der Stege a, b und c eine für viele Anwendungsfälle geeignete Gesamtübersetzung/-untersetzung erreicht.

