

Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 29 Absatz 1 des Patentgesetzes

ISSN 0433-6461

(11)

205 052

Int.Cl.³

3(51)

H 02 K 41/035

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP H 02 K/ 2383 537

(22) 17.10.79

(45) 14.12.83

(44)¹ 11.02.81

(71) siehe (72)

(72) FURCHERT, HANS-JUERGEN, DR.-ING.; DD;

(73) siehe (72)

(74) BFSN DER TH ILMENAU 6300 ILMENAU EHRENBURG, BLOCK G

(54) ZWEIFKOORDINATENSCHRITTMOTOR

(57) Die Erfindung betrifft einen linearen Zweifkoordinatenschrittmotor, der vorteilhaft für Positionierzwecke in der Gerätetechnik einsetzbar ist, weil mit ihm sehr kleine Schrittweiten sowie eine gute Dynamik erreichbar sind. Das Wesen besteht darin, daß eine oder mehrere Spulenanordnungen bestimmter Abmessungen in einer beweglichen Tischplatte befestigt sind, die in Luftspalten von Magnetsystemen so geführt ist, daß sie bei Stromfluß in den Spulen eine Kraft auf die Tischplatte ausüben und daß die Spulen auf ihrem Bewegungsweg in zwei Koordinaten nicht aus dem Bereich der Wirkung der magnetischen Induktion gelangen. Die die Spulen oder Magnete tragende Tischplatte ist mit einem Zweifkoordinatenmeßwertgeber mechanisch oder optisch so verbunden, daß der angeschlossene Lageregler die Spulen entsprechend den vorgegebenen Steuerimpulsen und den ermittelten Lagekoordinaten so an Spannungsquellen anschließt, daß die gewünschte Sollposition erreicht und gehalten wird. Fig. 1

¹⁾ Ausscheidung aus WP 146 525

Zweikoordinatenschrittmotor

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft einen Zweikoordinatenschrittmotor, insbesondere für die schnelle und genaue Positionierung räumlicher und flächenhafter Objekte in der Gerätetechnik für die Ortsstrukturerkennung bzw. -veränderung. Derartige Antriebe sind besonders für den Anschluß an digitale Signale erzeugende elektronische Systeme geeignet.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, daß Zweikoordinatenbewegungseinrichtungen existieren, bei denen Kreuztische durch rotatorisch arbeitende Schrittmotore über eine Mutter-Spindel-Paarung mittels längsbeweglicher Kardanwellen, über Seilzüge speziell in xy-Schreibern oder direkt über eine federgekoppelte spielfreie und querverschiebbare Anlenkung angetrieben werden. Als Antrieb werden auch kontinuierlich arbeitende Rotationsmotore mit Kupplungen und Bremseinrichtungen in Verbindung mit inkrementellen Gebern und Regeleinrichtungen verwendet. Auch Linear-motore werden für den Antrieb von Kreuztischen verwendet.

Kreuztische besitzen jedoch eine große Masse für die Bewegungseinrichtung in der zweiten Koordinate, wenn eine hohe Positioniergenauigkeit notwendig ist, und sie haben deshalb ein ungünstiges dynamisches Verhalten.

Außerdem existieren nach dem Reluktanzprinzip aufgebaute und

polarisierte Zweikoordinatenschrittmotore mit durch die Herstellbarkeit der Zahnstrukturen bzw. der polarisierten Pole (z. B. SU-Patentschrift Nr. 483741) begrenzter Auflösung.

In der DD-PS 129948 ist eine Anordnung beschrieben, bei der sich zwischen einem ersten und einem zweiten Teil, zwischen denen sich ein magnetischer Fluß schließt, ein drittes Teil befindet, das so angeordnet ist, daß zwischen ihm und mindestens einem der ersten beiden Teile eine Relativbewegung möglich ist. Für eine Schrittbewegung in mehreren Koordinatenrichtungen sind Leiterbahnen und Zähne für die Bewegung entlang der einzelnen Koordinaten so angeordnet, daß sich immer eine ausreichende Leiterlänge jeder ineinander kreuzungsfrei verschachtelten Leiterbahnen im zugehörigen Magnetfeld befindet.

Die in den Figuren 3a bis 3d dargestellten Prinzipien zeigen die Anordnung von Zähnen und Leitern zueinander und machen drei wesentliche Nachteile deutlich, die in einer sehr geringen erzeugten Kraft bei kleinen Schrittgrößen infolge der geringen zulässigen Strombelastung dünner Leiterzüge, der nur möglichen relativ großen Schrittweite infolge der technologisch begrenzten Herstellbarkeit kleinster Zahnbreiten und der bei feinen Zahnteilungen und Leiterbahnen infolge geringer Intensitätsunterschiede bedingten geringen Schrittgenauigkeit, insbesondere bei wirkenden Gegenkräften.

In der US-Patentschrift Nr. 3745433 ist eine lineare und rotatorische Bewegung eines Körpers durch spezielle Spulen- und Magnetanordnungen realisiert.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, einen Zweikoordinatenschrittmotor zu schaffen, mit dem sich quasidrehmomentenfreie, Kräfte an einer Tischplatte auch für kleinste Schrittweiten unter 1 μ m realisieren lassen, der sich durch geringe Masse und große Kräfte und damit gute Dynamik und geringen Herstellungsaufwand auszeichnet.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Zweikoordinatenschrittmotor zu schaffen, der quasidrehmomentenfreie Kräfte erzeugt und ein günstiges dynamisches Verhalten besitzt und auch kleinste Schrittweiten bis unter $1\mu\text{m}$ ermöglicht.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß in jeder Bewegungsordinate des Zweikoordinatenschrittmotors mindestens zwei entgegengesetzt polarisierte Dauermagneten auf einer ferromagnetischen Grundplatte und jeweils über den entgegengesetzt polarisierten Dauermagneten ein ferromagnetisches Rückschlußteil angeordnet ist, wobei in dem so geschaffenen Arbeitsluftspalt Flachspulen beweglich geführt sind.

Quasidrehmomentenfreie Zweikoordinatenschrittmotore werden durch Verwendung gekrümmter oder als Polygonzug ausgebildeter Spulen realisiert. Der Krümmungsradius aller kraftwirksamen Spulenteile entspricht immer dem jeweiligen Abstand der einzelnen Lage der Spule vom Zentrum der Tischplatte oder der Polygonzug ist diesem Radius beliebig fein angepaßt. Bei Anwendung von nur zwei Polygonzugabschnitten zur Annäherung des genannten Radiuses liegt die Knickstelle des Polygonzuges in der Mitte der kraftwirksamen Spulenstranglänge und der Abstand der einzelnen Lagen der Spule von der Tischmitte entspricht an dieser Stelle auch dem genannten Radius der idealen Krümmung. Die Spulenkopflänge ist durch die Beziehung

$$l_s \min \geq \frac{Sv_1}{2} + b_s + r_s, \quad \text{wobei } \frac{Sv_1}{2} \text{ der halbe Fahrweg}$$

senkrecht zu der von der entsprechenden Spule erzeugten Bewegung, b_s die Spulenstrangbreite und r_s der innere größere Radius des Spulenkopfes ist, bestimmt. Mit diesen gekrümmten oder als Polygonzug ausgebildeten Spulen werden für jede Koordinate x, y minimal nur eine Spule und ein entgegengesetzt polarisiertes Dauermagnetpaar benötigt, die senkrecht zueinander auf einer angepaßt geformten ferromagnetischen Grundplatte angeordnet sind. Zur Vergrößerung der zentrischen Kräfte am

Tisch werden zwei Paare von gekrümmten oder Polygonzugspulen und entgegengesetzt polarisierte Dauermagnetpaare in einer Kraftwirkungslinie für jede Koordinate x , y in der Tischplatte bzw. auf der ferromagnetischen Grundplatte angeordnet. Die Magnetpollänge l_{MPR} muß um die Höhe des kraftwirksamen Spulenkreisabschnittes verlängert werden. Die Tischplatte, die die beiden Spulen trägt, benötigt nur drei Gleitfüße, vorzugsweise aus PTFE, und zwei Rasterplatten zur Gewinnung inkrementeller Ortssignale sind in der Nähe der Tischmitte angeordnet, wo sich die Objektträgerplatte befindet. Die Aussparungen für die Tischplattenbewegung besitzen die Größe und Lage entsprechend der Bewegung.

Mit Hilfe dieser Rasterplatten, die durch Lichtquellen beleuchtet und mit optoelektronischen Empfängern abgetastet werden, werden bei Bewegung inkrementale Ortssignale für einen angeschlossenen Lageregler erzeugt, der die Ortssignale mit den zugeführten Steuersignalen vergleicht und entsprechend den notwendigen Bewegungen zur Erreichung der Sollposition die entsprechenden Spulen an vorhandene Gleichspannungsquellen entsprechender Polarität äquivalent der auftretenden Regelabweichung mit verschieden langer Impulszeit anschließt. Die Lageinformation kann aber auch über ein an sich bekanntes Laserwegmeßsystem oder andere inkrementelle Geber gewonnen werden, wobei dann auf der Tischplatte nur die Laserinterferometerspiegel oder andere inkrementelle Geberplatten angeordnet werden und die Meßwertverarbeitung außerhalb des Tisches erfolgt und keine Massebelastung ergibt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung ist im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der beiliegenden Zeichnung wird gezeigt:

Fig. 1 Zweikoordinatenschrittmotor mit teilweise abgeschnittenen Rückschlußstücken und zwei in einer beweglichen Tischplatte befestigten Spulen mit gekrümmten Spulensträngen in jeder Koordinatenrichtung x, y und festen Permanentmagneten

Fig. 1 zeigt einen Zweikoordinatenschrittmotor, bei dem zur Erzeugung größerer quasidrehmomentenfreier Antriebskräfte für jede Koordinatenrichtung x, y zwei mit dem Radius vom Tischschwerpunkt gekrümmte oder dieser Krümmung polygonartig angepaßten Spulen 3 in einer kreuzförmigen Tischplatte 4 über je einem entgegengesetzt polarisierten Paar von Dauermagneten 2, die auf einer ferromagnetischen Grundplatte 1 befestigt sind, angeordnet sind.

Über den Dauermagneten 2 und den Spulen 3 ist ein ferromagnetischer Rückschluß 5 zur Bildung des Arbeitsluftspaltes angeordnet. Die Tischplatte 4 wird mit vier Gleitfüßchen 6, z. B. aus PTFE, auf Gleitflächen 12 der Grundplatte 1 geführt. Die Tischplatte 4 besitzt ein strahlungsdurchlässiges Mittelteil 7 und trägt zwei Rasterplatten 8 und 11, die z. B. mit einer Lichtquelle 9 beleuchtet und mit optoelektronischen Empfängern 10 abgetastet werden. Die dabei gewonnene inkrementelle Lageinformation wird einem Lageregler zum Vergleich mit vorgegebenen Steuersignalen zugeführt, der dann die einzelnen Spulen 3 entsprechend der vorgegebenen Bewegungsaufgabe an Spannungsquellen entsprechender Polarität mit der notwendigen Impulsdauer anschließt.

Erfindungsanspruch

1. Zweikoordinatenschrittmotor, bei dem Spulen in einem beweglichen Teil angeordnet sind, das gleit-, wälz-, fluid- oder durch Magnetschwebung in einer Ebene geführt ist, das seinerseits über festen Magneten angeordnet ist und an dem Rasterplatten, Interferometerspiegel oder andere inkrementelle Geberplatten senkrecht zueinander zur inkrementellen Signalgewinnung und Lageregelung befestigt sind, dadurch gekennzeichnet, daß in jeder Bewegungskordinate (x, y) mindestens eine Spule (3) mit entsprechend dem Bewegungsweg, der Spulenlänge und dem inneren Radius des Spulenkopfes verlängerten Spulenköpfen vorhanden ist, deren kraftwirksame Spulenstränge Krümmungsradien besitzen, die jeweils durch den Abstand von der Tischplattenmitte zur Spulenlage bestimmt sind und wobei die Tischplattenmitte mit dem Tischplattenschwerpunkt identisch ist.
2. Zweikoordinatenschrittmotor nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Form der kraftwirksamen Spulenstränge polygonartig dem Radius des Abstandes der Spulenlagen von der Tischmitte angepaßt ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

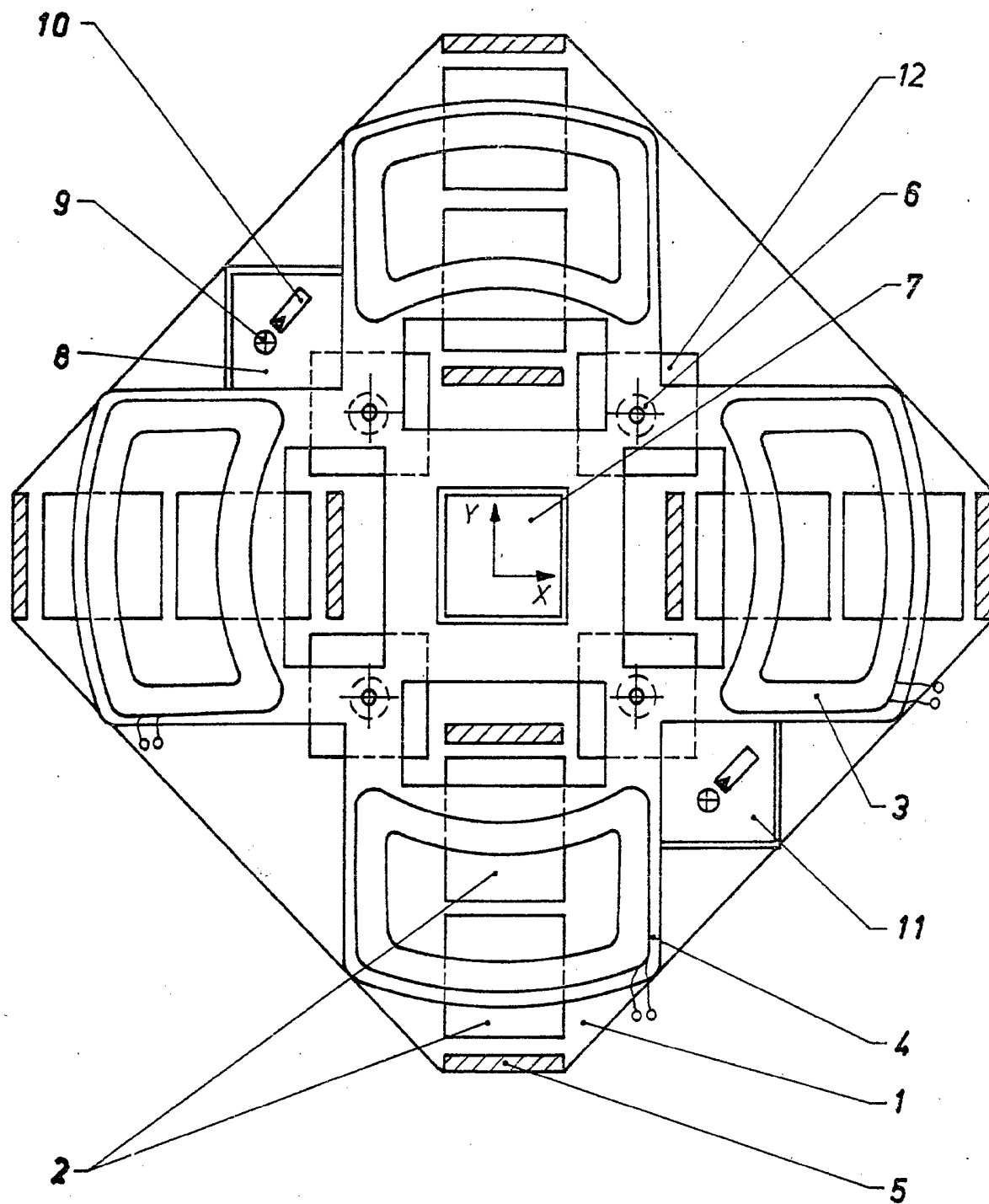


Fig. 1