



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 02 K / 240 514 2

(22) 27.10.80

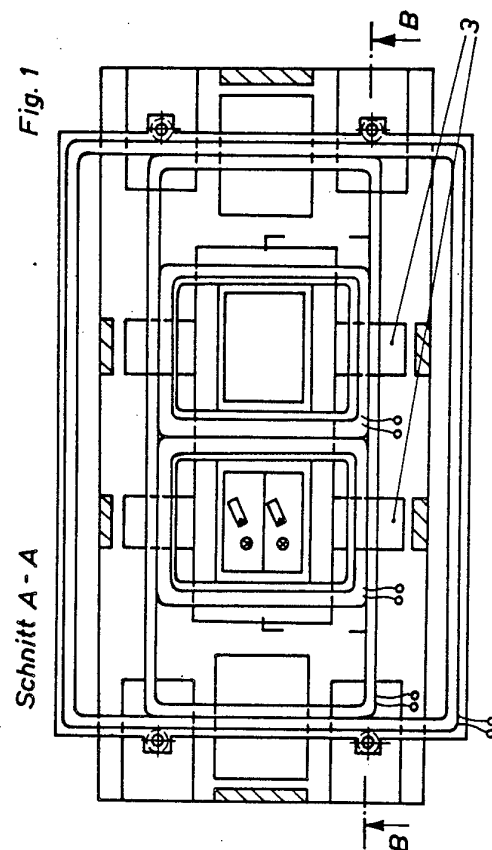
(44) 21.01.87

(71) Technische Hochschule Ilmenau, 6300 Ilmenau, Am Ehrenberg, Block G, DD

(72) Furchert, Hans-Jürgen, Dr.-Ing., DD

(54) Zweikoordinatenschrittmotor

(57) Die Erfindung betrifft einen Zweikoordinatenschrittmotor, der vorteilhaft für Positionierzwecke in der Geräte- und Automatisierungstechnik einsetzbar ist, weil mit ihm sehr kleine Schrittweiten bei geringem Spulen-, Regelungs- und Steuerungsaufwand und eine gute Dynamik erreicht wird. Das Wesen der Erfindung besteht darin, daß eine oder mehrere Spulenanordnungen bestimmter Abmessungen in einer beweglichen Tischplatte befestigt sind, die in Luftspalten von Magnetsystemen in entsprechender Anordnung und Abmessung geführt ist und daß bei Stromfluß in den Spulen eine Kraft auf die Tischplatte ausgeübt wird. Dabei sind die Abmessungen und Anordnungen der Spulen und Magnete so gewählt, daß eine Drehmomentenkompensation oder -verstärkung erzeugt werden kann. Die Bestromung der Spulen wird über den angeschlossenen Lageregler entsprechend der vorhandenen Bewegungsaufgabe geregelt. Das Grundprinzip ist in Fig. 1 dargestellt. Fig. 1



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 in den Arbeitsluftspalten von Magneten angeordnet ist und an dem Rasterplatten, Interferometerspiegel oder andere inkrementelle Geberplatten zur inkrementellen Signalgewinnung und Lageregelung befestigt sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die x-Koordinate zwei entgegengesetzt polarisierte Magnete (2) in einer Reihe und für die y-Koordinate mindestens zwei Magnete (3) nebeneinander angeordnet sind und daß eine äußere Spule (6) durch die Arbeitsluftspalte der Magnete (2) hindurch und um die Magnete (3) herumgeführt ist sowie eine innere Spule (7) in den Arbeitsluftspalten der Magnete (2) (3) geführt ist und innerhalb der Spule (7) noch zwei nebeneinander angeordnete Spulen (8) in den Arbeitsluftspalten der Magnete (3) geführt sind, wobei die Spulen (6), (7), (8) mechanisch verbunden sind.
2. Zweikoordinatenschrittmotor nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß für die y-Koordinate mindestens zwei Gleichstrommagnete (10) nebeneinander angeordnet sind und nur eine innere Spule (7) in den Arbeitsluftspalten der Gleichstrommagnete (10) und der Dauermagnete (2) geführt ist.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

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

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es ist bekannt, daß Zweikoordinatenbewegungseinrichtungen mit Kreuztischen und verschiedenen Antrieben, auch unter Einschluß von Bewegungswandlern existieren. Außerdem wird in der DD-PS 129948 und in weiteren US-Patentschriften (z.B. Nr. 3720056, Nr. 3735231) von Zweikoordinatenschrittantrieben berichtet, die jedoch alle den Nachteil relativ geringer Antriebskräfte bei kleinen Schrittweiten aufweisen. In DD 146525 wurde bereits vorgeschlagen, daß eine Anordnung realisierbar ist, bei der in jeder Bewegungskordinate (x, y) des Zweikoordinatenschrittmotors mindestens zwei entgegengesetzt polarisierte Dauermagnete auf einer ferromagnetischen Grundplatte und jeweils darüber ein ferromagnetisches Rückschlußteil angeordnet ist, daß sich in dem Luftspalt zwischen Dauermagneten und Rückschlußteil für jede Bewegungskordinate (x, y) mindestens eine rechteckige Spule mit weit über die Magnetpolbreite (b_{mp}) ragenden Spulenköpfen der minimalen Länge ($l_{s \text{ Min } 1}$) in einem als Tischplatte ausgebildeten Teil mit den kraftwirksamen Spulensträngen der Tischmitte zugewandt befinden oder daß in jeder Koordinatenrichtung (x, y) mindestens ein Gleichstrommagnet, bestehend aus Spule und Kern, auf einer nichtmagnetisierbaren Grundplatte angeordnet ist, wobei sich in den Luftspalten der Gleichstrommagneten eine in einer beweglichen Tischplatte befestigte rechteckige Spule der minimalen äußeren Kantenlänge ($l_{s \text{ ä } 1}$) befindet.

Bei nichtquadratischen Fahrflächen und geringen zur Verfügung stehenden Bauräumen ergeben sich für die permanentmagnetischen Anordnungen zu große Abmessungen für ausreichende Drehmomentenkompensation und für die Gleichstrommagnetanordnungen bei großen zu erzeugenden Kräften für eine gute Dynamik zu große Erwärmungen in der Untersuchungsebene und zu große Positionierzeiten durch die großen Induktivitäten der Gleichstrommagnetenspulen.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, einen Zweikoordinatenschrittmotor zu schaffen, mit dem sich drehmomentenkompensierbare oder Drehmomente erzeugende Kräfte an einer Tischplatte auch für kleinste Schrittweiten unter $1 \mu\text{m}$ realisieren lassen, der sich durch geringe Masse und große Kräfte, geringe Erwärmung in der Untersuchungsebene, kurze Positionierzeiten und einen geringen Herstellungsaufwand auszeichnet.

Darlegung des Wesens der Erfindung

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

Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, daß für die x-Koordinate zwei entgegengesetzt polarisierte Magnete in einer Reihe und für die y-Koordinate mindestens zwei Magnete nebeneinander angeordnet sind und daß eine äußere Spule durch die Arbeitsluftspalte der Magnete der x-Koordinate hindurch und um die Magnete der y-Koordinate herumgeführt ist, in der eine innere Spule angeordnet ist, die durch die Arbeitsluftspalte der Magnete für die x- und y-Koordinate geführt ist. Innerhalb dieser inneren Spule sind noch zwei nebeneinander liegende Spulen angeordnet, die durch die Arbeitsluftspalte der Magnete für die y-Koordinate geführt sind. Alle Spulen sind mechanisch miteinander und mit einer Tischplatte fest verbunden und werden entsprechend der Bewegungsaufgabe und der Spulenquerschnitte bestromt.

Für die Verringerung des Spulenaufwandes werden für die y-Koordinate mindestens zwei Gleichstrommagnete nebeneinander angeordnet und nur eine innere Spule durch die Arbeitsluftspalte der Gleichstrommagnete und der Dauermagnete geführt.

Ausführungsbeispiel

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

Fig. 1: Zweikoordinatenschrittmotor im Schnitt A-A mit vier mechanisch in einer beweglichen Tischplatte befestigten Spulen und Magneten in einer Kraftwirkungslinie für eine Koordinate und in zwei parallelen Kraftwirkungslinien für die andere Koordinate

Fig. 2: Schnitt B-B zu Fig. 1

Fig. 3: Zweikoordinatenschrittmotor im Schnitt A-A mit zwei mechanisch in einer beweglichen Tischplatte befestigten Spulen und Dauermagneten für eine Koordinate und Gleichstrommagneten in zwei parallelen Kraftwirkungslinien für die andere Koordinate

Fig. 4: Schnitt B-B zu Fig. 3

Nach Fig. 1 und Fig. 2 ist ein Zweikoordinatenschrittmotor dargestellt. Auf einer ferromagnetischen oder nur teilweise ferromagnetischen Grundplatte 1 sind für die Krafterzeugung in der x-Koordinatenrichtung zwei entgegengesetzt polarisierte Magnete 2 in einer Reihe und für die Bewegung in der y-Koordinate jeweils zwei entgegengesetzt polarisierte Magnete 3 in zwei parallelen Kraftwirkungslinien senkrecht zur Magnetreihe der x-Koordinate angeordnet. In den Arbeitsluftspalten der Magnete 2 sind die äußere und die innere Spule 6 und 7 hindurchgeführt und durch die der Magnete 3 nur die innere Spule 7, während die äußere Spule 6 um die Magnete 3 im Abstand des halben y-Weges herumgeführt ist. In den Arbeitsluftspalten der Magnete 3 sind außerdem jeweils eine der Spulen 8, vorzugsweise gleichen Querschnitts, zur Drehmomentenkompensation oder -erzeugung oder Kraftverstärkung geführt. Die Spulen 6, 7, 8 sind in einer Tischplatte 4 befestigt, die in der Mitte Rasterplatten 12, 13 und eine Objektträgerplatte 9 besitzt und auf vier Gleitfüßen 5 auf Gleitflächen 11 geführt ist. Die Rasterplatten sind mit Lichtquellen 14 beleuchtet und optoelektronisch mit Fotoempfängern 15 abgetastet und erzeugen bei Bewegung inkrementale Ortssignale für einen angeschlossenen Lageregler, der sie mit den vorhandenen Steuersignalen vergleicht und entsprechend den notwendigen Bewegungen zum Erreichen der Sollposition die entsprechenden Spulen mit Spannungsquellen entsprechender Polarität und Impulszeit anschließt. Bei der x-Koordinatenbewegung ist nur die Spule 6 entsprechend der notwendigen Bewegungsrichtung polaritätsmäßig bestromt oder es sind beide Spulen 6, 7 gleich bestromt, jedoch müssen die Spulen 8 dann entgegengesetzte Stromrichtungen zu Spule 7 führen und bei Drehmomentenkompensation oder zur Drehmomentenerzeugung ist die Stromstärke der Spule 7 zu reduzieren, damit eine Überkompensation möglich wird. Für die y-Koordinatenbewegung sind die Spulen 6, 7 von Strömen entgegengesetzter Richtung durchflossen, damit sich die Kräfte in x-Richtung aufheben. Die Spulen 8 sind so bestromt, daß die Kraftwirkung in y-Richtung drehmomentenfrei verstärkt wird oder das entstehende Drehmoment verstärkt wird. Die Stromstärke aller Spulen 6, 7, 8 und die Richtung der Ströme ist entsprechend der vorhandenen Bewegungsaufgabe und den vorhandenen Ortssignalen des Meßsystems durch einen Lageregler sehr schnell einstellbar, da die Spulen 6, 7, 8 eisenfrei und induktivitätsarm sind.

Nach Fig. 3 und Fig. 4 ist ein Zweikoordinatenschrittmotor in veränderter Ausführung von Fig. 1 und Fig. 2 dargestellt. Zur Reduzierung des Spulenaufwandes werden für die x-Koordinate zwei entgegengesetzt polarisierte Dauermagnete 2 und für die y-Koordinate vier Gleichstrommagnete 10 nebeneinander in zwei parallelen Kraftwirkungslinien senkrecht zur Dauermagnetreihe angeordnet. In den Arbeitsluftspalten der Dauermagnete 2 ist eine äußere Spule 6 geführt, die mindestens im Abstand des halben Bewegungsweges der y-Koordinate um die Gleichstrommagnete 10 herumgeleitet ist. Eine innerhalb der Spule 6 angeordnete Spule 7, die mit dieser mechanisch verbunden ist, ist in den Arbeitsluftspalten der Dauermagnete 2 und der Gleichstrommagnete 10 geführt. Für die Bewegung der Tischplatte 4 in der x-Koordinate ist nur die Spule 6 entsprechend der notwendigen Bewegungsrichtung über einen Regler an eine Spannungsquelle entsprechender Polarität angeschlossen. Für die Bewegung in der y-Koordinate sind beide Spulen 6, 7 entsprechend der notwendigen Bewegungsrichtung über einen Regler an Spannungsquellen entsprechender aber entgegengesetzter Polarität angeschlossen. Dabei sind die Gleichstrommagnete 10 so erregt, daß die Feldrichtung entsprechend der notwendigen Bewegungsrichtung und entsprechend der vorhandenen Tischposition für Drehmomentenfreiheit oder Drehmomentenerzeugung auch in der Größe richtig vorhanden ist. Bei gleicher Stromstärke aber entgegengesetzter Stromrichtung in den Spulen 6, 7 gleichen Querschnitts ergibt sich eine Kompensation der Kräfte in der x-Koordinate, wenn das Magnetfeld der Dauermagneten 2 auf beide Spulen 6, 7 gleich stark einwirkt. Für eine x-y-Bewegung in der Ebene werden dann beide Spulen 6, 7 über einen Regler mit Spannungen entsprechender Größe und Polarität versorgt.

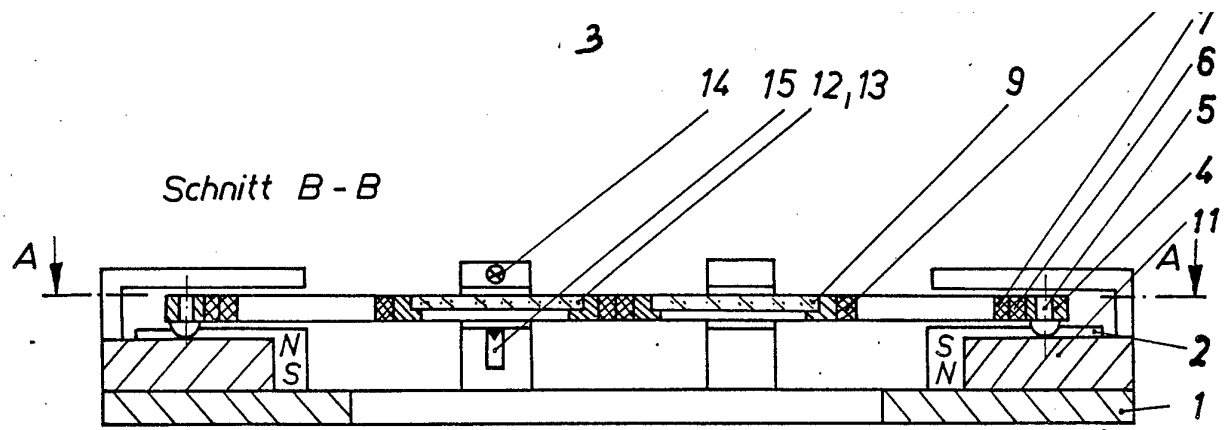


Fig. 2

