

# PATENTSCHRIFT

93 037

Wirtschaftspatent

Bestätigt gemäß § 6 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

Patentbibliothek  
des AfLP

Int. Cl.<sup>3</sup>

(11) 93 037 (45) 28.01.81 3 (51) G 01 B 7/30  
(21) WP G 01 b / 155 999 (22) 23.06.71  
(44)<sup>1</sup> 05.10.72

---

(71) siehe (72)

(72) Bauer, Peter, Dr. Dipl.-Ing., DD

(73) siehe (72)

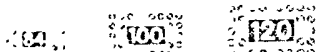
(74) VEB Carl Zeiss Jena, Patentabteilung, 6900 Jena,  
Carl-Zeiss-Straße 1

---

(54) Kapazitives Weg- und Winkelmeßsystem

---

<sup>1)</sup> Ausgabetag der Patentschrift für das gemäß § 5 Absatz 1 AndG zum PatG erteilte Patent



## Kapazitives Weg- und Winkelmeßsystem

Die Erfindung betrifft ein kapazitives Weg- und Winkelmeßsystem, welches in Verbindung mit Meßgeräten oder Werkzeugmaschinen zur Ermittlung oder Einstellung von Längen- oder Winkelwerten und zur Positionierung verwendet werden kann.

Bekannte kapazitive Weg- und Winkelmeßsysteme bestehen aus einem Maßstabsgrundkörper, der z.B. an der Werkzeugmaschine fest angebracht ist und einer darüber in dem beweglichen Teil der Werkzeugmaschine oder des Meßgerätes angeordneten Abtastplatte. Maßstabsgrundkörper und Abtastplatte besitzen an den einander zugekehrten Oberflächen rechteckförmige parallele Elektroden gleicher Dicke und Breite, wobei diese Elektroden quer zur Verschiebungsrichtung der Abtastplatte verlaufen. Diese Elektroden des Maßstabsgrundkörpers und der Abtastplatte sind in zwei elektrisch voneinander isolierten Gruppen angeordnet und greifen kammartig ineinander. An die Gruppen des Grundkörpers werden Wechselspannungen so angelegt, daß die Wechselspannung einer Gruppe gegenüber derjenigen der anderen Gruppe um  $180^\circ$  phasenverschoben ist.

Die Wirkungsweise der bekannten Meßsysteme besteht darin, daß an der Abtastplatte Spannungssignale abgenommen werden, deren Amplitude von der jeweiligen Stellung der Abtastplatte zum Maßstabsgrundkörper infolge der veränderlichen Kapazität zwischen Maßstabsgrundkörper und Abtastplatte abhängt. Diese Spannungssignale werden mit bekannten elektronischen Mitteln ausgewertet bzw. zur Positionierung an Werkzeugmaschinen benutzt.

Diese bekannten Meßsysteme besitzen den Nachteil, daß die Phasenverschiebung der Spannungen der Abtastplatte sehr leicht durch Verschmutzungen und Unregelmäßigkeiten in der Elektrodenanordnung sowie durch Stoßstellen bei zusammengesetzten Maßstäben beeinflusst wird. Außerdem tritt bei diesen Meßsystemen ein zu Meßfehlern führender hoher Oberwellenanteil in den zur Auswertung gelangenden Signalen auf. Weiterhin sind diese Meßsysteme sehr empfindlich gegen Abstandsänderungen zwischen Maßstabsgrundkörper und Abtastplatte.

Es ist deshalb Zweck der Erfindung, ein kapazitives Weg- und Winkelmeßsystem zu schaffen, bei welchem diese Nachteile beseitigt sind, und welches zuverlässig auch im Werkstattbetrieb funktioniert.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein kapazitives Weg- und Winkelmeßsystem insbesondere für Werkzeug- und Meßmaschinen zu schaffen, bei welchem durch eine entsprechende Anordnung der Elektroden auf einen Maßstabsgrundkörper und einer Abtastplatte eine Beeinflussung des Meßvorganges durch äußere Einflüsse oder Unregelmäßigkeiten in der Elektrodenanordnung weitestgehend ausgeschlossen ist. Erfindungsgemäß wird die Aufgabe der Erfindung bei einem kapazitiven Weg- und Winkelmeßsystem, welches einen Maßstabsgrundkörper und eine Abtastplatte umfaßt, auf denen vorzugsweise parallele, rechteckförmige Elektroden gleicher Dicke und Breite in elektrisch voneinander isoliert vorgesehenen Gruppen angeordnet sind, dadurch gelöst, daß die Abstände in Längsrichtung des Maßstabes der Mittellinie einer Abtastelektrode der Abtastplatte von der Mittellinie der ihr rechts benachbarten Abtastelektrode der Abtastplatte und der Abstand der Mittellinie der ersteren Abstandselektrode der Abtastplatte zu der ihr links benachbarten Abtastelektrode der Abtastplatte ungleich sind und der kleinere dieser Abstände vorzugsweise das  $(n + \frac{1}{2})$  fache der Gitterkonstanten  $(d+a)$  des abzutastenden Maßstabsgrundkör-

pers beträgt, worin  $n$  eine natürliche Zahl ist, und die Abtastelektroden der Abtastplatte, die nicht unmittelbar benachbart sind, zwischen denen aber nicht mehr als eine Abtastelektrode der Abtastplatte liegt, leitend miteinander verbunden sind, und daß die Abstände  $1\mu v$  der Elektroden der Abtastplatte folgende Vielfache der Gitterkonstante  $(d+a)$  des Maßstabsgrundkörpers betragen:

$$1_{1;3}=1_{5;7}=1_{9;11}=\dots=4;6;4 \pm 1/3; 4 \pm 1/5; \\ 6 \pm 1/3 \text{ oder } 6 \pm 1/5$$

$$1_{1;5}=1_{9;13}=1_{17;21}=\dots=8;12;8 \pm 1/5; \\ 8 \pm 1/7; \quad 12 \pm 1/5 \text{ oder } 12 \pm 1/7;$$

$$1_{1;9}=1_{17;25}=1_{33;41}=\dots=16;24;16 \pm 1/7; \\ 16 \pm 1/9; \quad 24 \pm 1/7 \text{ oder } 24 \pm 1/9;$$

worin  $\mu$  und  $v$  die einzelnen Elektroden der Abtastplatte bezeichnen.

Besonders vorteilhaft für die Zuführung und Abnahme der Spannung für die Elektroden ist es, wenn der leitende die Elektroden einer Gruppe verbindende Metallbelag auf den Seitenflächen des Maßstabsgrundkörpers und der Abtastplatte angeordnet ist.

Vorteilhaft in bezug auf die Beseitigung von Meßfehlern ist es, wenn die Elektroden des Maßstabsgrundkörpers und die Elektroden der Abtastplatte einen Winkel  $\varphi$  einschließen und daß für den Tangens dieses Winkels die Beziehungen gelten:

$$\tan \varphi = \frac{1}{3} \cdot \frac{(d+a)}{L}$$

und

$$\tan \varphi = \frac{2}{3} \cdot \frac{(d+a)}{L}$$

worin  $(d+a)$  die Gitterkonstante und  $L$  die Länge der Elektroden des Maßstabsgrundkörpers sind, und daß das Verhältnis der Breite  $a$  der Elektroden des Maßstabsgrundkörpers

zur Gitterkonstante  $(d+a)$  fast 1 oder  $1/3$  oder  $2/3$  und die Breite des Maßstabsgrundkörpers kleiner als die Länge  $L'$  der Abtastelektroden sind. Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn die Breite  $a'$  der Abtastelektroden der Abtastplatte

5 
$$a' = \frac{n'}{m'} a$$

beträgt, worin  $n'=1$  oder 2 und  $m'=1;2$  oder 3 und  $a$  die Breite der Elektroden des Maßstabsgrundkörpers sind.

10 Zur Beseitigung von Koppelkapazität sind die Elektroden des Maßstabsgrundkörpers und/oder die Abtastelektroden der Abtastplatte durch einen Metallbelag zwischen den Elektroden gegeneinander abgeschirmt. Eine besonders günstige Ausführungsform ergibt sich, wenn zu den Gruppen der Abtastelektroden weitere Gruppen von Elektroden auf der Abtastplatte vorgesehen sind, die zu den ersteren Gruppen spiegelsymmetrisch sind.

15 Weiterhin ist es vorteilhaft, die die Elektroden verbindenden Metallbeläge des Maßstabsgrundkörpers und der Abtastplatte elektrisch durch vorzugsweise parallel zu den Metallbelägen verlaufende Metallstege zur Beseitigung von Koppelkapazitäten abzuschirmen.

20 Das erfindungsgemäße Meßsystem hat den Vorteil, daß es gegen Abstandsänderungen zwischen dem Maßstabsgrundkörper und der Abtastplatte weitestgehend unempfindlich ist. Durch das Nichtvorhandensein von Oberwellenanteilen in den gewonnenen Signalen werden erhebliche Mittel bei der nachgeschalteten elektronischen Einrichtung eingespart, da die Oberwellenanteile kompensierende Schaltungen in Fortfall kommen. Besonders vorteilhaft ist weiterhin, daß dieses Meßsystem gegen Unregelmäßigkeiten in der Elektrodenanordnung sowie gegen Verschmutzungen unempfindlich ist. Dadurch, daß sich bei

25

30

zusammengesetzten Maßstabsgrundkörpern die Stoßstellen nicht auf die Meßergebnisse störend auswirken, ist es möglich, insbesondere sehr große Längen zu messen.

Die Erfindung soll nachstehend an Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In den zugehörigen Zeichnungen zeigen:

- 5            Fig. 1 : ein Meßsystem für Längen mit Maßstabsgrundkörper und Abtastplatte,  
             Fig. 2 : ein Teil des Maßstabsgrundkörpers,  
             Fig. 3 : die Elektrodenanordnung der Abtastplatte,  
             Fig. 4 : eine weitere Anordnung der Elektroden der Abtastplatte  
10          Fig. 5 : die Elektrodenanordnung von Grundkörper und Abtastplatte, bei schrägverlaufenden Abtastelektroden,  
             Fig. 6 : die Elektrodenanordnung von Grundkörper und Abtastplatte, bei parallelverlaufenden Abtastelektroden,  
15          Fig. 7 : eine symmetrische Elektrodenanordnung der Abtastplatte,  
             Fig. 8 : eine Maßstabsplatte für ein Winkelmeßsystem,  
             Fig. 9 : eine Abtastplatte für ein Winkelmeßsystem, und  
20          Fig. 10 : einen Maßstabsgrundkörper mit abgeschirmten Metallbelägen.

Das kapazitive Meßsystem zur digitalen Wegmessung umfaßt, wie in Fig. 1 dargestellt ist, einen Maßstabsgrundkörper 20, auf dem zwei Gruppen von Elektroden 21;22 aufgebracht sind.  
25          Diese beiden Gruppen sind elektrisch voneinander isoliert, wobei die einzelnen Elektroden einer jeden Gruppe durch einen vorzugsweise auf der Seitenfläche des Maßstabsgrundkörpers 20 angeordneten Metallbelag 23; 24 elektrisch verbunden sind. Die Elektroden 21; 22 haben eine gleichmäßige  
30          Breite  $a$  und einen regelmäßigen Abstand  $d$  voneinander (Fig. 2) und verlaufen parallel zueinander und vorzugsweise senkrecht zur Längsrichtung des Maßstabsgrundkörpers 20. Diesen beiden Elektrodengruppen werden über Anschlüsse 25; 26 Wechselspannungen zugeführt, wobei die Wechselspannung an der einen Gruppe gegenüber der Wechselspannung an der an-

deren Gruppe um  $180^\circ$  phasenverschoben ist.

Über dem Maßstabsgrundkörper 20 ist eine Abtastplatte 27, die vorzugsweise an einem Schlitten oder Meßtisch einer Werkzeugmaschine oder eines Meßgerätes angeordnet ist, vorgesehen, welche ebenfalls Gruppen von Abtastelektroden 28; 29 besitzt, welche voneinander isoliert sind, wobei die Abtastelektroden einer jeden der beiden Gruppen durch Metallbeläge 30; 31 entsprechend Fig. 3, leitend verbunden sind. Zur besseren Kontaktierung sind die Metallbeläge 30; 31 auf den Seitenflächen der Abtastplatte 27 angeordnet.

Wie auch die Elektroden 21; 22 der beiden Gruppen des Maßstabsgrundkörpers 20, so greifen die Abtastelektroden 28; 29 der Gruppen der Abtastplatte 27 kammartig ineinander. Diese Elektroden der Abtastplatte 27 sind in Fig. 3 fortlaufend mit den Ziffern 1 bis 16 numeriert und die Abstände der Mittellinien der Elektroden 1 bis 16 mit  $1\mu v$  bezeichnet, wobei die Indizes auf die jeweiligen Elektroden hinweisen. Dabei ist der Abstand von der Mittellinie einer rechts benachbarten Abtastelektrode und der Abstand der Mittellinie der ersten Abtastelektrode von der Mittellinie einer links benachbarten Abtastelektrode ungleich, wobei der kleinere dieser beiden Abstände vorzugsweise das  $(n+1/2)$  fache der Gitterkonstante  $(d+a)$  der abzutastenden Elektroden des Maßstabsgrundkörpers 20 beträgt, worin  $n$  eine natürliche Zahl ist. Verlaufen die Abtastelektroden 28; 29 der Abtastplatte 27, wie in Fig. 5 gezeigt, unter einem bestimmten Winkel  $\varphi$  zu den Elektroden 21; 22 des Maßstabsgrundkörpers, so gilt für den genannten kleineren Abstand die Beziehung

$$1\mu v = (2n + 1/2) \cdot (d+a)$$

mit

$$\tan \varphi = \frac{n}{m} \cdot \frac{a+d}{L};$$

worin  $n$  und  $m$  natürliche Zahlen,  $d+a$  die Gitterkonstante und  $L$  die Länge der Elektroden 21; 22 des Maßstabsgrundkörpers 20 sind. In Fig. 5 ist nur ein Teil der Abtastelektroden dargestellt. Bei  $\varphi = 0$  ergibt sich die in Fig. 6 darge-

stellte Anordnung, bei welcher die Elektroden des Maßstabsgrundkörpers 20 und die der Abtastplatte 27 parallel verlaufen. Die Abtastelektroden der Abtastplatte 27, die nicht unmittelbar benachbart sind, zwischen denen aber nicht mehr als eine Abtastelektrode liegt, sind leitend miteinander verbunden. Der Abstand der  $(2^{\nu}n+1)$ -ten Abtastelektrode von der  $(2^{\nu}n+2^{\nu-1}n+1)$ -ten Abtastelektrode der Abtastplatte beträgt das  $(2^{\nu-1}m \pm 1/2\mu-1)$  oder das  $(2^{\nu-1}m)$ fache der Gitterkonstante  $(d+a)$  der Elektroden des Maßstabsgrundkörpers 20. Hierin sind  $\mu, \nu, m$  und  $n$  natürliche Zahlen mit  $\nu \geq 2$  und  $n \geq 0$ .

Als besonders günstige Vielfache der Gitterkonstante  $(d+a)$  ergeben sich aus den obigen Beziehungen folgende Abstände  $l_{\mu\nu}$  der Elektroden der Abtastplatte 27:

$$l_{1;3}=l_{5;7}=l_{9;11}=\dots=4;6;4 \pm 1/3; 4 \pm 1/5;$$

$$6 \pm 1/3 \text{ oder } 6 \pm 1/5,$$

$$l_{1;5}=l_{9;13}=l_{17;21}=\dots=8;12;8 \pm 1/5;$$

$$8 \pm 1/7; \pm 12 \pm 1/5 \text{ oder } 12 \pm 1/7;$$

$$l_{1;9}=l_{17;25}=l_{33;41}=\dots=16;24;16 \pm 1/7;$$

$$16 \pm 1/9; 24 \pm 1/7 \text{ oder } 24 \pm 1/9$$

Bei einer weiteren Anordnung der Abtastelektroden auf der Abtastplatte gemäß Fig. 4 sind vier Anschlüsse für die Spannungen  $u_1$  bis  $u_4$  vorhanden. An ihnen werden Spannungen abgenommen, deren Amplitude von der relativen Stellung der Abtastplatte 27 zum Maßstabsgrundkörper 20 auf Grund der veränderlichen Kapazität zwischen den Elektroden 21; 22 des Maßstabsgrundkörpers 20 und den Abtastelektroden 28; 29 der Abtastplatte 27 anhängig ist und die zueinander um annähernd  $90^\circ$  phasenverschoben sind. Diese Spannungen werden mit an sich bekannten elektronischen Mitteln ausgewertet und zur Positionierung von Teilen bzw. zur Messung von Längen benutzt. Es gelten für die Spannungen folgende allgemeine Beziehungen:

$$u_1 = U \sin \omega t (A_1 \sin \pi / (d+a)x + A_3 \sin \pi / (d+a) 3x + \dots)$$



$$u_2 = -u_1$$

$$u_3 = U \sin \omega t (A_1 \cos \pi / (d+a)x + A_3 \cos \pi / (d+a) 3x + \dots)$$

$$u_4 = -u_3, \text{ worin alle Glieder mit } A_3; A_5 \dots$$

Oberwellenanteile sind, die mit den erfindungsgemäßen Meßsystemen beseitigt werden.

Um jedoch eine  $90^\circ$ -Phasenverschiebung der obigen Spannungen zu erzielen, muß außerdem der Einfluß der zwischen den Abtastelektroden der Abtastplatte 27 vorhandenen geringen Koppelkapazität beseitigt werden. Dieser Einfluß kann z.B.

durch bekannte Phasenschieber oder durch eine symmetrische Anordnung der Abtastelektroden beseitigt werden. Die in Fig. 7 dargestellte symmetrische Anordnung der Abtastelektroden ist durch eine Spiegelung der links von der Linie  $S_1$  angeordneten Abtastelektroden Gruppen 32; 33 an dieser Linie  $S_1$  und durch nochmalige Spiegelung an der Linie  $S_2$  zu verwirklichen.

Eine Möglichkeit, insbesondere den Einfluß der Abtastelektroden der Abtastplatte aufeinander zu beseitigen, besteht darin, daß zwischen diesen Abtastelektroden zusammenhängende leitende Metallstege auf der Abtastplatte aufgebracht sind, die zu den Elektroden durch einen geringen Zwischenraum isoliert sind und auf Erdpotential gelegt sind.

Die obenerwähnten Oberwellenanteile in den an der Abtastplatte 27 abgenommenen Spannungen  $u_1$  bis  $u_4$ , welche an den Anschlüssen 34 bis 37, gemäß der Anordnung in Fig. 7 abgenommen werden, sind z.B. bis zu ihrer 7. Ordnung einschließlich ihrer ganzzahligen Vielfachen bei insgesamt 16 Elektroden, wie sie in Fig. 3 gezeigt sind, für die in Fig. 7 angeordneten Abtastelektroden Gruppen 32; 33 und bei einer entsprechenden Wahl der in Fig. 3 angegebenen Abstände  $l_{\mu\nu}$  der Abtastelektroden beseitigt. Eine Verminderung der Oberwellenanteile ist weiterhin durch geeignete Wahl des Winkels (Fig. 5) sowie der Verhältnisse  $a/d+a$  bzw.  $a'/d+a'$  zu erzielen, worin  $a$  die Breite der Elektroden des Maßstabsgrund-

körpers 20,  $a'$  die Breite der Abtastelektroden der Abtastplatte 27 und  $(d+a)$  die Gitterkonstante des Maßstabsgrundkörpers sind.

Um auch eine Beeinflussung der an der Abtastplatte abgenommenen Spannungen durch die leitenden Metallbeläge 23; 24 des Maßstabsgrundkörpers zu verhindern, ist die Länge  $L'$  der Abtastelektrode der Abtastplatte 27 größer als die Breite des Maßstabsgrundkörpers 20.

Fig. 8 zeigt eine Maßstabsscheibe 38 für Winkelmessungen, auf der, analog zu dem in Fig. 2 dargestellten Maßstabsgrundkörper 20, Elektroden 39; 40 in zwei voneinander isolierten Gruppen angeordnet sind, wobei die Elektroden einer jeden Gruppe durch leitende Metallbeläge 41; 42 verbunden sind. Die dazugehörige Abtastscheibe 43 (Fig. 9) besitzt die Abtastelektroden 44; 45 die in Gruppen angeordnet sind, wobei ebenfalls die Elektroden einer jeden Gruppe durch leitende Metallbeläge 46; 47 verbunden sind. Für die Abstände dieser Abtastelektroden 44; 45 gelten ebenfalls die weiter oben für Linearmaßstäbe beschriebenen Verhältnisse, und es werden an der Abtastscheibe 43 ebenfalls Spannungen gewonnen, die zur Winkelpositionierung oder-messung weiterverarbeitbar sind.

In Fig. 10 ist ein Maßstabsgrundkörper 20 mit den Elektroden 21; 22 sowie den auf der Oberfläche des Grundkörpers angeordneten, die Elektroden verbindenden Metallbeläge 23; 24 dargestellt. Zur Beseitigung von Koppelkapazitäten sind parallel zu den Metallbelägen 23; 24 verlaufend auf der Oberfläche des Maßstabsgrundkörpers 20 leitende Metallstege 48; 49 angeordnet, an die eine Spannung angelegt werden kann, die eine zur Spannung an den Metallstegen 48; 49 zugeordneten Metallbelägen 23; 24 entgegengesetzte Polarität besitzt. In ähnlicher Weise können auch die Abtastplatten mit Metallstegen versehen sein, die zu den Metallbelägen parallel verlaufen (nicht dargestellt).

Die Bestimmung der relativen Stellung  $x$  der Abtastplatte

bzw. Abtastscheibe zum Maßstabsgrundkörper bzw. zur Maßstabsscheibe erfolgt aus den genannten Spannungen  $u_1$  bis  $u_4$  durch elektrische Messung der Phasenlage dieser Spannungen und durch Zählung der einzelnen Nulldurchgänge.

5 Diese Spannungen werden Differenzverstärkern zugeführt, deren Ausgangssignale einem Phasenschieber zugeleitet werden, der die Aufgabe hat, eine Nullpunktverschiebung zu ermöglichen. Von dort gelangen die Signale über phasenabhängige Gleichrichter und eine Einrichtung zur Bestimmung der  
10 Bewegungsrichtung auf einen Vorwärts-Rückwärts-Zähler, der die Anzeige z.B. der ganzen Millimeter ermöglicht. Parallel dazu werden die Signale einem elektrischen Interpolator zugeführt. Dieser Interpolator ermöglicht eine Anzeige der Stellen hinter dem Komma, also z.B. der Bruchteile von Mil-  
15 limetern oder Winkелеinheiten .

Um die Abhängigkeit der Amplitude der Signale vom Abstand  $h$  der Abtastplatte 27 vom Maßstabsgrundkörper 1 auszuschalten, werden die beiden um  $90^\circ$  phasenverschobenen Signale  $U \sin x$  und  $U \cos x$  einzeln mittels elektronischer Mittel summiert  
20 und verstärkt, so daß ein weiteres Signal erhalten wird, welches nur von der Amplitude  $U$  nicht aber vom Abstand  $h$  abhängig ist. Dieses weitere Signal wird in ein Hochfrequenzsignal umgewandelt, welches die gleiche Phase und Frequenz besitzt, wie die Spannung, die an den Elektroden des Maß-  
25 stabsgrundkörpers anliegt.

Patentansprüche:

1. Kapazitives Weg- und Winkelmeßsystem, umfassend einen Maßstabsgrundkörper und eine Abtastplatte, auf denen vorzugsweise parallele, rechteckförmige Elektroden von gleicher Dicke und Breite angeordnet sind, die vorzugsweise senkrecht zur Längsachse des Maßstabsgrundkörpers und der Abtastplatte verlaufen, und die einzelnen benachbarten Elektroden voneinander elektrisch isoliert sind, und daß die Elektroden des Grundkörpers und der Abtastplatte in elektrisch gegeneinander isolierte Gruppen unterteilt sind und die Elektroden einer jeden Gruppe durch einen Metallbelag elektrisch verbunden sind und daß die Elektroden der Gruppen so auf dem Grundkörper und der Abtastplatte angeordnet sind, daß die Elektroden einer Gruppe zu den Elektroden der anderen Gruppe unmittelbar benachbart sind, und daß an die einzelnen Gruppen des Maßstabsgrundkörpers Spannungen angelegt sind, die um  $180^\circ$  phasenverschoben sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstände in Längsrichtung des Maßstabes der Mittellinie einer Abtastelektrode der Abtastplatte von der Mittellinie der ihr rechts benachbarten Abtastelektrode der Abtastplatte und der Abstand der Mittellinie der ersteren Abtastelektrode der Abtastplatte zu der ihr links benachbarten Abtastelektrode der Abtastplatte ungleich sind und der kleinere dieser Abstände vorzugsweise das  $(n + \frac{1}{2})$ -fache der Gitterkonstante  $(d+a)$  des abzutastenden Maßstabsgrundkörpers beträgt, worin  $n$  eine natürliche Zahl ist, und die Abtastelektroden der Abtastplatte, die nicht unmittelbar benachbart sind, zwischen denen aber nicht mehr als eine Abtastelektrode der Abtastplatte liegt, leitend miteinander verbunden sind, und daß die Abstände  $l_{\mu\nu}$  der Elektroden der Abtastplatte folgende Vielfache der Gitterkonstante  $(d+a)$  des Maßstabsgrundkörpers betragen:

$$1_{1;3} = 1_{5;7} = 1_{9;11} = \dots = 4_{6;4} \pm \frac{1}{3}; 4 \pm \frac{1}{5};$$

$$6 \pm \frac{1}{3} \text{ oder } 6 \pm \frac{1}{5};$$

$$1_{1;5} = 1_{9;13} = 1_{17;21} = \dots = 8_{12;8} \pm \frac{1}{5};$$

$$8 \pm \frac{1}{7}; 12 \pm \frac{1}{5} \text{ oder } 12 \pm \frac{1}{7};$$

$$5 \quad 1_{1;9} = 1_{17;25} = 1_{33;41} = \dots = 16_{24;16} \pm \frac{1}{7};$$

$$16 \pm \frac{1}{9}; 24 \pm \frac{1}{7} \text{ oder } 24 \pm \frac{1}{9};$$

worin  $\mu$  und  $\nu$  die einzelnen Elektroden der Abtastplatte bezeichnen.

10 2. Weg- und Winkelmeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der leitende, die Elektroden einer Gruppe verbindende Metallbelag vorzugsweise auf den Seitenflächen des Maßstabsgrundkörpers und der Abtastplatte angeordnet ist.

15 3. Weg- und Winkelmeßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden des Maßstabsgrundkörpers und die Elektroden der Abtastplatte einen Winkel  $\varphi$  einschließen und daß für den Tangens dieses Winkels die Beziehungen gelten:

$$\tan \varphi = \frac{1}{3} \cdot \frac{(d+a)}{L}$$

20

und 
$$\tan \varphi = \frac{2}{3} \cdot \frac{(d+a)}{L}$$

worin  $(d+a)$  die Gitterkonstante und  $L$  die Länge der Elektroden des Maßstabsgrundkörpers sind, und daß das Verhältnis der Breite  $a$  der Elektroden des Maßstabsgrundkörpers zur Gitterkonstante  $(d+a)$  fast 1 oder  $\frac{1}{3}$  oder  $\frac{2}{3}$  und die Breite des Maßstabsgrundkörpers kleiner als die Länge  $L$  der Abtastelektroden sind.

25

30 4. Weg- und Winkelmeßsystem nach Anspruch 1 bis 3 dadurch gekennzeichnet, daß die Breite  $a$  der Abtastelektroden der Abtastplatte

$$a' = \frac{n'}{m'} a$$

beträgt, worin  $n'=1$  oder 2 und  $m'=1;2$  oder 3 und  $a$  die Breite der Elektroden des Maßstabsgrundkörpers sind.

5. Weg- und Winkelmeßsystem nach Anspruch 1 bis 4, da-  
5 durch gekennzeichnet, daß die Elektroden des Maßstabs-  
grundkörpers und/oder die Abtastelektroden der Abtast-  
platte gegeneinander zur Beseitigung von Koppelkapazi-  
täten durch einen Metallbelag zwischen den Elektroden  
abgeschirmt sind.
- 10 6. Weg- und Winkelmeßsystem nach Anspruch 1 bis 5, da-  
durch gekennzeichnet, daß zu den Gruppen der Abtast-  
elektroden weitere Gruppen von Elektroden auf der Ab-  
tastplatte vorgesehen sind, die zu den ersteren Gruppen  
spiegelsymmetrisch sind.
- 15 7. Weg- und Winkelmeßsystem nach Anspruch 1, 3, 4 und 5,  
dadurch gekennzeichnet, daß die die Elektroden verbind-  
enden Metallbeläge des Maßstabsgrundkörpers und der  
Abtastplatte elektrisch durch vorzugsweise parallel zu  
den Metallbelägen verlaufende Metallstege zur Beseiti-  
20 gung von Koppelkapazitäten abgeschirmt sind.
8. Weg- und Winkelmeßsystem nach Anspruch 1, 3, 4 und 5 da-  
durch gekennzeichnet, daß die die Elektroden verbind-  
enden Metallbeläge des Maßstabsgrundkörpers und der Ab-  
tastplatte elektrisch durch vorzugsweise parallel zu  
25 den Metallbelägen verlaufende Metallstege zur Beseiti-  
gung von Koppelkapazitäten abgeschirmt sind.

8.8.80

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

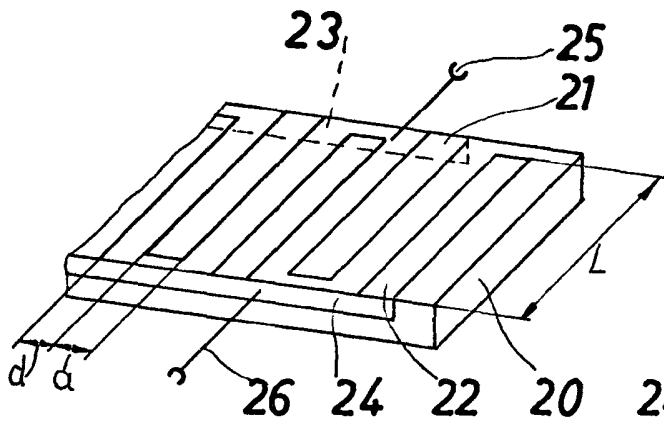


Fig. 2

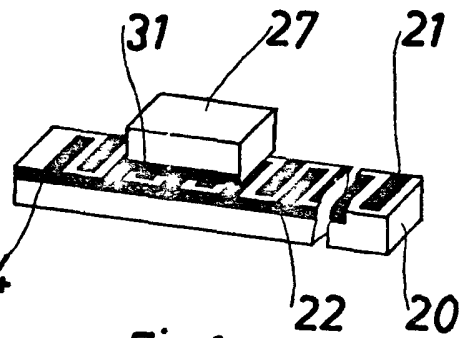


Fig. 1

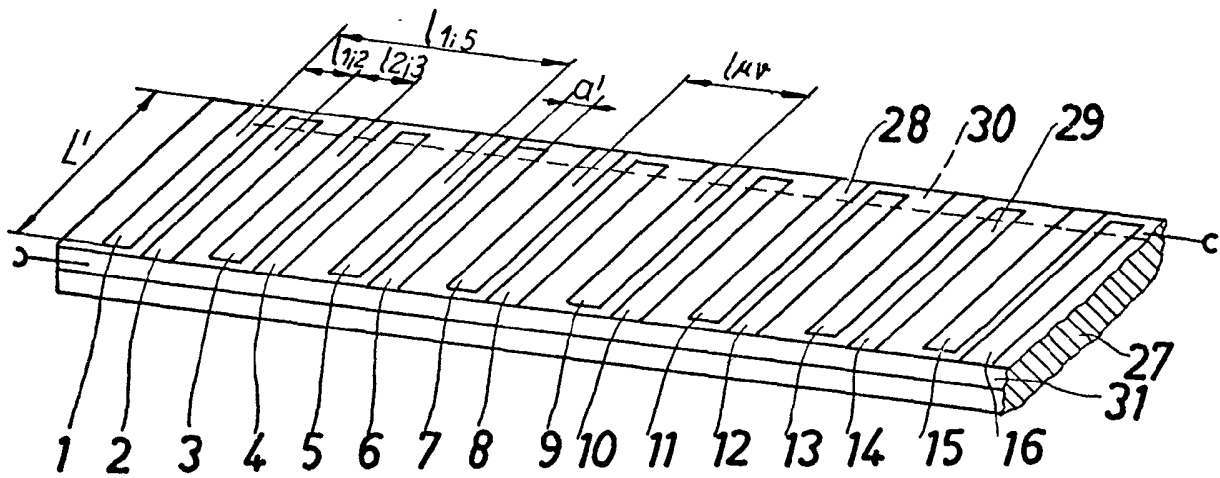


Fig. 3

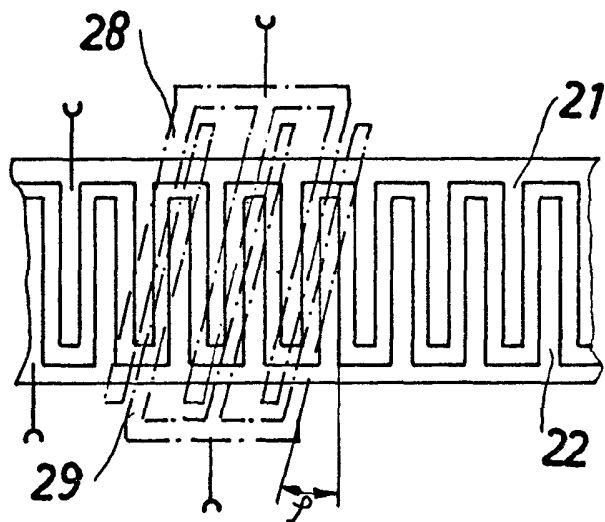


Fig. 5

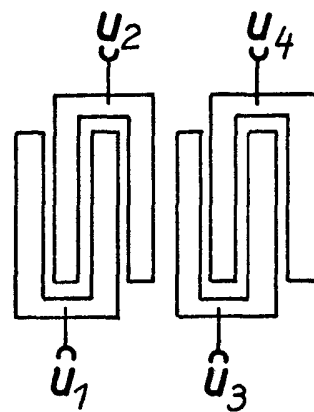


Fig. 4

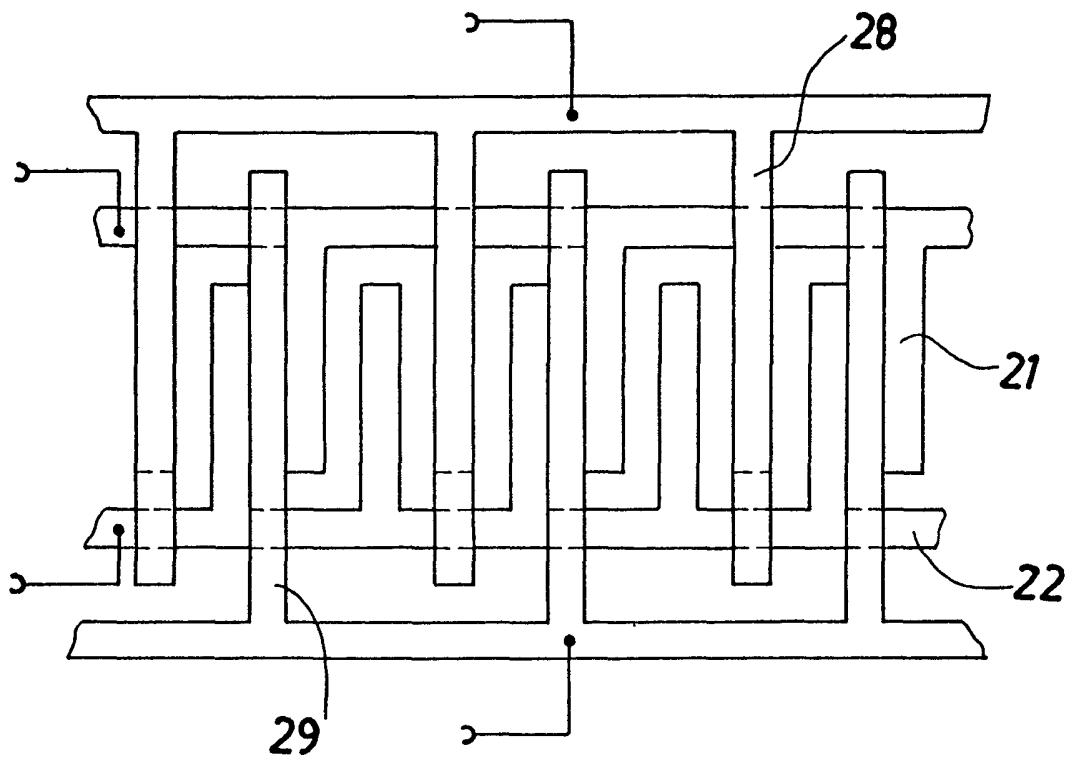


Fig. 6

9601  
93037/2  
17

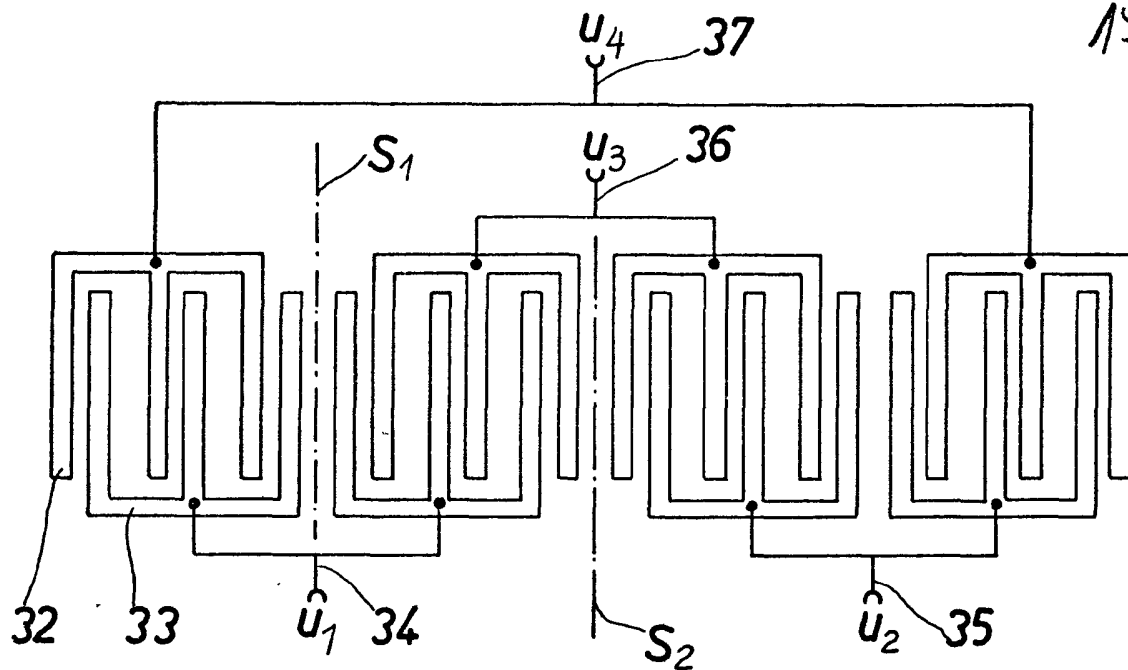


Fig. 7



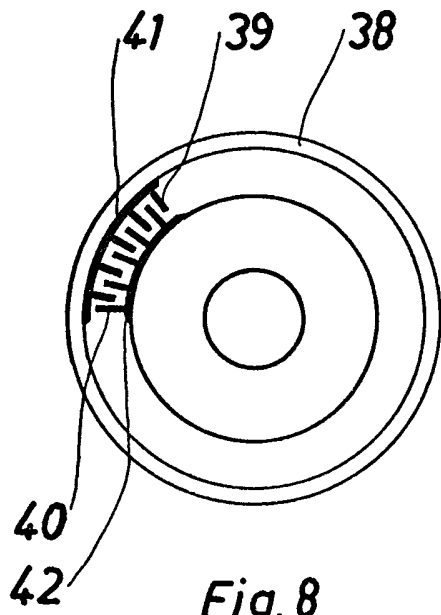


Fig. 8

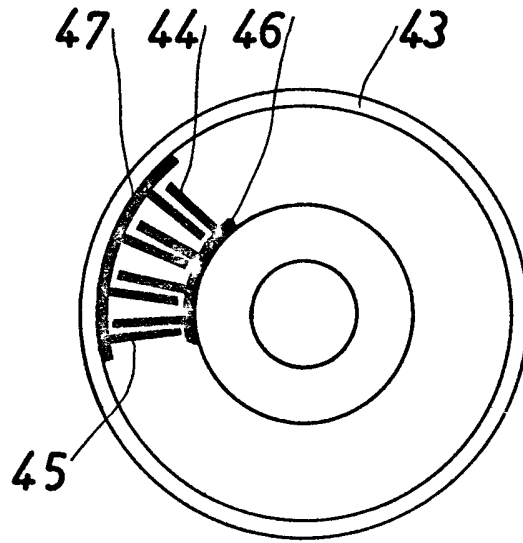


Fig. 9

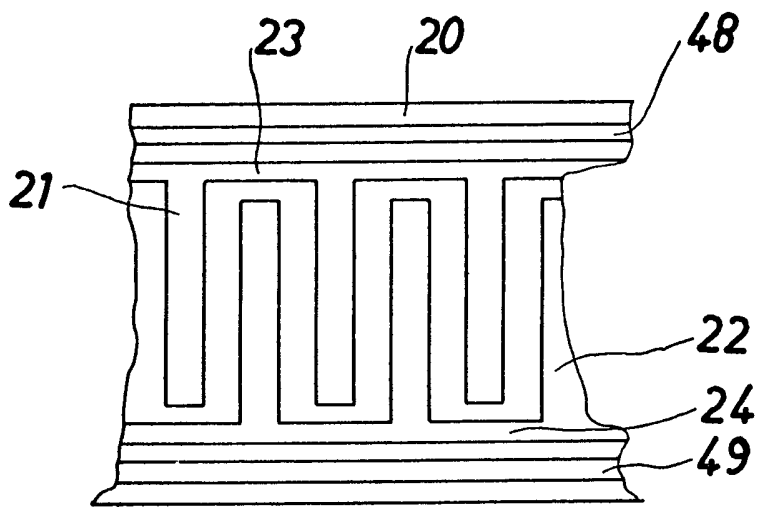


Fig. 10