(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 15 212 T2** 2004.07.29

(12) # Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 001 252 B1**
(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 15 212.7**
(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 122 155.7**
(96) Europäischer Anmeldetag: **05.11.1999**
(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **17.05.2000**
(97) Veröffentlichungstag der Patenterteilung beim EPA: **03.03.2004**
(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.07.2004**

(51) Int Cl.[7]: **G01D 5/241**
G01B 7/00

(30) Unionspriorität:
32424498 13.11.1998 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:
Mitutoyo Corp., Kawasaki, Kanagawa, JP

(74) Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser, 80538 München

(72) Erfinder:
Sasaki, Kouji, Kawasaki-shi, Kanagawa 213-0012, JP; Hayashi, Nobuyuki, Kawasaki-shi, Kanagawa 213-0012, JP

(54) Bezeichnung: **Kapazitive Wegmesseinrichtung**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Kondensator-basierenden Verschiebungsdetektor und Messvorrichtung passend für Messeinrichtungen kleiner Bauart wie etwa ein elektronisches Mikrometer, ein Lochtester, ein Winkelmaßstab und eine Schublehre.

[0002] Ein Kondensator-basierender Verschiebungsdetektor mit einem geringen Leistungsverbrauch passend für Baugrößenreduktion wird in einer kleinen Messeinrichtung wie etwa eine Schublehre und ein halbzylindrischer, Kondensator-basierender Rotationsdetektor verwendet. Auf diese Weise ist der Kondensator-basierende Verschiebungsdetektor aufgebaut, um zwei Maßstäbe relativ zueinander zu bewegen, um den Betrag der relativen Bewegung zwischen den beiden Maßstäben durch die Detektion einer elektrostatischen Kapazitätsänderung zwischen Elektroden zu messen, welche auf diesen Maßstäben angeordnet sind.

[0003] **Fig.** 9 und 10 zeigen einen Grobaufbau eines herkömmlichen, Kondensator-basierenden Verschiebungsdetektors. Der Detektor umfasst einen ersten Maßstab **1** und einen zweiten Maßstab **2** welche derart angeordnet sind, dass sie sich relativ zueinander bewegen können, wobei sie sich gegenseitig gegenüberstehen und einen bestimmten Spalt dazwischen anordnen. Die Sendeelektroden **3** und eine Empfangselektrode **4** sind auf dem ersten Maßstab ausgebildet. Die Sendeelektroden **3** sind mit einem vorgegebenen Rasterabstand in der Richtung der zu detektierenden Verschiebung angeordnet. In diesem Beispiel legen acht Sendelektroden eine Sendeelektrodeneinheit fest, welcher einer Basisperiode (W1) entspricht und vier derartige Einheiten U1–U4 legen ein Sendeelektrodenanordnung fest. Die Empfangselektrode **4** ist benachbart zu den Sendeelektroden **3** angeordnet in der Richtung senkrecht zu der Verschiebungsrichtung. Die Empfangselektrode **4** umfasst eine einzige Elektrode mit einer Breite L2, welche kleiner ist als die Breite L1 der Sendeelektrodengruppe. Weiterhin ist in jedem Fall die Breite L2 der Empfangselektrode **4** um eine Breite von W1 für eine Sendeelektrodengruppeneinheit (gleich acht Sendeelektroden **3**) kleiner als die Breite L1 der Sendeelektroden **3**. Auf diese Weise ist jedes der beiden Enden der Empfangselektrode an einer Innenposition angeordnet mit einer Entfernung von vier Sendeelektroden (W1/2) von den jeweiligen beiden Enden der Sendeelektrodengruppe.

[0004] Auf dem zweiten Maßstab 2 sind Koppelelektroden **5** und Masseelektroden **6** ausgebildet, welche die Sendeelektroden **3** und die Empfangselektrode **4** kapazitiv koppeln. Eine Anordnungsperiode der Koppelelektrode **5** und der Masseelektrode **6** in der Verschiebungsrichtung ist übereinstimmend mit der Breite von einer Einheit von Sendeelektroden **3**, W1, d. h. der Basisperiode. Die Breite der Koppelelektrode **5** und der Masseelektrode **6** ist L3, was etwa die Hälfte der Basisperiode ist.

[0005] Es werden acht phasenmodulierte Pulssignale mit einer Phasendifferenz von 45° zwischen jedem von zwei Signalen jeder Einheit von Sendeelektroden **3** aus der Pulsmodulationsschaltung **7** zugeführt. Die gesamte Phase der Modulationspulse, welche von den Koppelelektroden **5** empfangen werden ändert sich gemäß eines Betrages einer relativen Verschiebung in der Verschiebungsrichtung des Maßstabs zwischen einer Einheit von Sendeelektroden **3** und den Koppelelektroden. Die Phaseninformation der Modulationspulse, welche von den Koppelelektroden **5** empfangen werden wird unmittelbar auf die Empfangselektrode **4** übertragen. Die Phaseninformation, welche an der Empfangselektrode **4** empfangen wird wird in einer Messschaltung **8** verarbeitet, um den Betrag einer relativen Verschiebung zwischen dem ersten Maßstab und dem zweiten Maßstab zu erhalten.

[0006] Wie vorstehend beschrieben ist die Breite L2 der Empfangselektrode **4** kürzer ausgelegt als die Breite L1 der Sendeelektrodengruppe, welche auf dem ersten Maßstab in einem derartigen Kondensator-basierenden Verschiebungsdetektor ausgebildet ist. Dies hat den Grund darin, dass die kapazitiven Kopplungen der Sendeelektrodengruppe an beiden Enden mit den Koppelelektroden **5** teilweise sind und daher empfangene Phasen an zwei Empfangselektroden **4**, welche zu den beiden Enden der Sendeelektrodengruppe einkoppeln miteinander in Verstimmung stehen. Wenn die Breite L2 der Empfangselektrode **4** gleich der Breite L1 der Sendeelektrodengruppe ist, können die verstimmten Phasen an beiden Enden eine Genauigkeit in der Detektion des Betrages der Verschiebung ungünstig beeinflussen. Aus diesem Grund sind die beiden Enden der Empfangselektrode **4** im Allgemeinen jeweils um die Breite L3 der Koppelelektrode **5** abgeschnitten, wobei die Breite L2 der Empfangselektrode **4** kürzer wird als die Breite L1 der Sendeelektrodengruppe. Auf diese Weise kann die Empfangselektrode **4** nur mit den Koppelelektroden **5** kapazitiv koppeln, welche die gleichen empfangenen Phasen für den Betrag der Maßstabsverschiebung aufweisen.

[0007] Bei dem vorstehend beschriebenen herkömmlichen Kondensator-basierenden Verschiebungsdetektor werden jedoch, da die Sendeelektrodengruppe und die Empfangselektrode **4** unterschiedliche Breiten L1 und L2 aufweisen, Störkomponenten, welche in die Empfangselektrode **4** unmittelbar von den Sendeelektroden **3** ohne den Umweg über die Koppelelektroden **5** gemischt werden, nicht ausbalanciert, was die Messgenauigkeit beeinflusst. Zur Erklärung hierzu zeigt **Fig.** 11 ein vergrößertes Elektrodenmuster von Sendeelektroden **3** und Empfangselektrode **4**. Störkomponenten mit jeweiligen Phasenkomponenten Δ 0°, Δ 45°, ..., Δ 315° von jeweiligen Sendeelektroden **3** werden in die Empfangselektrode **4** eingemischt. Zusätzlich zu den Störungen von den Sendeelektroden **3a**, welche innerhalb

der Breite L2 der Empfangselektrode **4** angeordnet sind, werden Störungen δ 135° und δ 180° von den Sendeelektroden **3b** und **3c**, welche außerhalb der Breite und nahezu den beiden Enden der Empfangselektrode **4** angeordnet sind, ebenso in die Enden eingemischt. Ein Vektordiagramm der **Fig.** 12A zeigt die Störkomponenten welche in die Empfangselektrode **4** eingemischt werden. **Fig.** 12B zeigt einen Gesamtvektor dieser Störungen. Wenn die Breite L1 der Sendeelektrodengruppe gleich zu der Breite L2 der Empfangselektrode **4** ist, werden die gemischten Störungen Δ 0°–Δ 315° auf Null abgeglichen. Wenn jedoch L1 > L2 kann das Vorhandensein der Sendeelektroden **3b** und **3c** welche außerhalb der Breite L2 der Empfangselektrode **4** angeordnet sind die gemischten Störungen δ 135° und δ 180° erzeugen, welche Störkomponenten werden, die in den Messwert eingetragen werden und so in einer Verschlechterung des Signal-Rauschverhältnisses (S/N ratio) resultieren.

[0008] Um dieses Problem zu lösen, werden verschiedene Verfahren angewandt um im Stand der Technik das Signal-Rauschverhältnis zu verbessern wie etwa:

(1) Erhöhung der Anzahl der Einheiten von Sendeelektroden **3**;

(2) Vergrößern des Abstands zwischen den Sendeelektroden und der Empfangselektrode; und

(3) Bereitstellen von Masseelektroden zur Abschirmung zwischen den Sendeelektroden und der Empfangselektrode.

[0009] Im Falle der weiteren Verkleinerung der Messeinrichtung kann jedoch jedes der Verfahren (1)–(3) die Verkleinerung verhindern. Besonders wenn die Verkleinerung der Messeinrichtung durch Vermindern der Anzahl von Einheiten und Verkürzung des Abstands zwischen den Elektroden vorgenommen wird, ist daher ein Verfahren wünschenswert, welches in der Lage ist, in wirksamer Weise die gemischten Störungen zwischen den Elektroden zu reduzieren.

[0010] EP 0676623 A2 beschreibt eine verbesserte Elektrodenstruktur für kapazitive Positionsfühler. Die Kondensator-basierende Messvorrichtung schließt erste und zweite Träger ein, welche gegeneinander beweglich sind entlang einer Messachse. Eine erste Elektrodenanordnung und eine zweite Elektrode sind auf dem ersten Träger angeordnet. Eine dritte Elektrodenanordnung ist auf dem zweiten Träger angeordnet um die erste Elektrodenanordnung und die zweite Elektrode kapazitiv zu koppeln. Zur Übertragung eines Signals zwischen der ersten Elektrodenanordnung und der zweiten Elektrode durch die dritte Elektrodenanordnung. Eine der ersten Elektrodenanordnung oder der zweiten Elektrode sind ausgebildet, um n-Abschnitte aufzuweisen, welche derart aufgebaut sind, dass das Ausmaß der Kopplung zwischen der ersten Elektrodenanordnung und de zweiten Elektrode durch die dritte Elektrodenanordnung abnimmt mit dem Ausmaß von jedem n-Abschnitt in Bezug auf die Messachse. Ein Aussparungsabschnitt der zweiten Elektrode welche eine Breite aufweist, die kleiner ist als ein Bestandteil der ersten Elektrodenanordnung ist nicht offenbart.

[0011] Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung eine Kondensator-basierende Verschiebemesseinrichtung bereitzustellen, welche in der Lage ist das Signal-Rauschverhältnis zu verbessern durch die wirksame Verminderung gemischter Störungen zwischen den Sende- und Empfangselektroden, während die Baugröße der Vorrichtung verringert wird.

[0012] Dieses Ziel wird erreicht durch Bereitstellung einer Kondensator-basierenden Verschiebemessvorrichtung gemäß Anspruch 1.

[0013] In der vorliegenden Erfindung werden von beiden Enden der Empfangselektrode mindestens Teile welche in der Nachbarschaft der Sendeelektrodenanordnung sich befinden, abgeschnitten. Dementsprechend kann ein Phasenbalance zwischen den Störungen, welche von der Sendeelektrodengruppe in die Empfangselektrode eingebracht werden, abgeglichen werden und ein Signal-Rauschverhältnis durch Auslöschung der eingebrachten Störungen schließlich verbessert werden. Wenn Ecken der beiden Enden in der Breitenrichtung der Empfangselektrode nahe der Sendeelektrodenanordnung in Form eines Kreisbogens oder schräg abgetragen werden, können ausschließlich eingebrachte Störkomponenten zwischen den Sende- und Empfangselektroden vermindert werden, wobei die Beträge der empfangenen Signale von den Koppelelektroden kaum vermindert werden.

[0014] Auf diese Weise kann eine Verminderung der eingebrachten Störungen zwischen den Sende- und Empfangselektroden die Anzahl der Sendeelektrodeneinheiten vermindern: beispielsweise können zwei Sendeelektrodeneinheiten genügend sein, um eine Sendeelektrodenanordnung zusammenzustellen. In diesem Fall kann die Empfangselektrode eine Breite haben welche gleich der Basisperiode ist und derart angeordnet, dass der Mittelpunkt in der Breitenrichtung der Empfangselektrode mit dem Mittelpunkt in der Breitenrichtung der Sendeelektrodeneinheit übereinstimmt. Diese Anordnung kann eine wesentlich kleinere Messeinrichtung realisieren.

[0015] Andere Merkmale und Vorteile der Erfindung werden durch die nachstehende Beschreibung der bevorzugten Ausführungsformen derselben offenbart.

[0016] Die vorliegende Erfindung wird aus der nachstehenden Beschreibung mit Bezug auf die beiliegenden Zeichnungen verständlich:

[0017] **Fig.** 1A und 1B sind Darstellungen, welche einen halbzylindrischen Rotationsdetektor verdeutlichen gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung passend für ein elektronisches Mikrometer oder Ähnliches;

[0018] **Fig.** 2A und 2B sind vergrößerte Ansichten, die die Elektroden des Detektors der **Fig.** 1 zeigen;

[0019] **Fig.** 3 ist ein Blockdiagramm welches eine Messvorrichtung zeigt, die den Detektor der **Fig.** 1 verwendet;

[0020] **Fig.** 4 ist eine Darstellung, welche ein Elektrodenmuster des Detektors und eingebrachte Störungen verdeutlicht;

[0021] **Fig.** 5 ist ein Vektordiagramm der eingebrachten Störungen;

[0022] **Fig.** 6 ist eine Darstellung, welche ein Elektrodenmuster eines Detektors gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verdeutlicht;

[0023] **Fig.** 7 ist eine Darstellung, welche ein Elektrodenmuster eines Detektors gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verdeutlicht;

[0024] **Fig.** 8 ist eine perspektivische Ansicht, die ein Beispiel eines Detektors für eine lineare Verschiebung gemäß der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0025] **Fig.** 9 ist eine Darstellung zur Erklärung eines herkömmlichen Kondensator-basierenden Verschiebungsdetektors;

[0026] **Fig.** 10 ist eine Seitenansicht des Detektors der **Fig.** 9;

[0027] **Fig.** 11 ist eine Darstellung, welche ein Elektrodenmuster in dem Detektor der **Fig.** 9 verdeutlicht; und

[0028] **Fig.** 12A und **Fig.** 12B sind Vektordiagramme von Störkomponenten in dem Detektor der **Fig.** 9.

[0029] **Fig.** 1A und 1B sind perspektivische und Seitenansichten, welche eine Anordnung eines Rotationsencoders **10** verdeutlichen, der angepasst ist für ein elektronisches Mikrometer oder Ähnliches.

[0030] Der Rotationsencoder **10** umfasst ein halbzylindrisches Bestandteil **11** das an einem Stator oder Ähnlichem angebracht ist und einen zylindrischen Bestandteil **12**, der drehbeweglich in der Umfangsrichtung zusammen mit einem Rotor oder Ähnlichem ist. Der zylindrische Bestandteil **12** ist koaxial zu dem Halbzylinderbestandteil **11** angeordnet unter Einhaltung eines gewissen Spalts zwischen denselben (0,1–0,2 mm).

[0031] Der halbzylindrische Bestandteil **11** ist ein erster Maßstab n und weist eine Sendeelektrodenanordnurng **13** und eine Empfangselektrode **14** auf, welche auf dessen innerer Umfangsfläche ausgebildet sind, wie in der vergrößerten Ansicht der **Fig.** 2A gezeigt. In dieser Ausführungsform besteht die Sendeelektrodenanordnung **13** aus zwei Sendeelektrodeneinheiten U1 und U2. Jede der Sendeelektrodeneinheiten U1 und U2 schließt acht Sendeelektroden ein und ist mit einer Basisperiode W1 angeordnet. Die gesamte Breite der Sendeelektrodenanordnung **13** ist 2 × W1. Die Empfangselektrode **14** weist eine Breite W1 auf, die der Basisperiode entspricht. Die Empfangselektrode **14** ist in der Weise angeordnet, dass ihr Mittelpunkt mit dem Mittelpunkt der Sendeelektrodenanordnung **13** übereinstimmt. Auf diese Weise ist jedes der beiden Enden der Empfangselektrode **14** an einer inneren Position angeordnet mit einem Abstand von vier Sendeelektroden von beiden jeweiligen Enden der Sendeelektrodenanordnung **13**. Ecken **14a** und **14b** von beiden Enden der Empfangselektrode **14**, welche nahe an der Sendeelektrodenanordnung **15** angeordnet sind, sind in Form eines kreisförmigen Bogens abgeschrägt (R-Abschrägung). Die Sendeelektrodenanordnung **13** und die Empfangselektrode **14** sind auf einer flexiblen gedruckten Schaltung (FPC: Flexible Printed Circuit) **17** aufgemustert gezeigt durch eine gestrichelte Linie in dieser Ausführungsform. Die FPC-Schaltung **17** weist einen einseitigen Substrataufbau auf, welcher leicht zu biegen ist, und ist an der inneren Umfangsfläche des halbzylindrischen Teils **11** angebracht. Die FPC-Schaltung **17** schließt ebenso Versorgungsdrähte **15** und **16** für diese Elektrodenmuster ein, welche zusammenhängend mit den Elektrodenmusters ausgebildet werden. Diese Drähte **15** und **16** werden nach außen geführt durch Öffnungen an einem seitlichen Randabschnitt des halbzylindrischen Teils **11**. Die Drähte **15**, welche mit der Sendeelektrodenanordnung **13** verbunden sind sind abliegend von der Empfangselektrode **14** und dem Draht **16** angeordnet, um nicht irgendwelche Störungen einzuführen, welche in die Empfangselektrode **14** und den dazu verbundenen Draht **16** eingestreut werden.

[0032] Andererseits dienst das zylindrische Teil **12** als ein zweiter Maßstab und weist Koppelelektroden **18** und Masseelektroden **19** auf, welche abwechselnd in der Basisperiode W1 auf dessen äußerer Umfangsfläche wie in **Fig.** 2B gezeigt ausgebildet sind. Jede Breite dieser Elektroden ist etwa von der Hälfte der Basisperiode W1 (gleich ungefähr vier Sendeelektroden). In dieser Ausführungsform sind fünf Sätze von Koppel- und Masseelektroden **18** und **19** entlang der äußeren Umfangsfläche des zylindrischen Teils **12** ausgebildet. Die Masseelektroden **19** sind für den Zweck bereitgestellt, besondere Störungen davon abzuhalten, in die Empfangselektrode **14** einzustreuen, sie können jedoch weggelassen werden, wenn der Störeffekt gering ist.

[0033] **Fig.** 3 ist ein Blockdiagramm welches eine grobe Anordnung einer Vorrichtung zur Verschiebungsmessung zeigt, welche einen derartigen Kondensator-basierenden Verschiebungsdetektor verwendet. Zu jeder von acht Sendeelektroden, welche eine Sendeelektrodeneinheit bilden, werden von einer Pulsmodulationsschaltung **21**, welche ein Sendesignalgenerator ist, acht phasenmodulierte Pulssignale geliefert, welche jeweils um 45° zwischen zwei Signalen phasenversetzt sind. Signale, welche von den Sendeelektroden gesendet werden und durch die Koppelelektroden **18** bei der Empfangselektrode **14** empfangen werden, werden in die Messschaltung **22** eingespeist. Ebenso erhält die Messschaltung **22** Referenzphasensignale von der Pulsmodulatorschaltung **21**. Die Messschaltung **22** vergleicht die Phasen von empfangenen Signalen mit Phasen der Referenzphasensignale und berechnet einen Betrag einer Verschiebung zwischen den Maßstäben. Der daraus

resultierende berechnete Wert wird in der Anzeigeeinheit **23** angezeigt.

[0034] **Fig.** 4 zeigt in schematischer Weise die Hauptstörungen, welche in die Empfangselektrode **14** unmittelbar von der Sendeelektrodenanordnung **13** eingestreut werden. Wie in der Figur gezeigt sind die Ecken **14a** und **15b** von beiden Enden der Empfangselektrode **14**, welche nahe der Sendeelektrodenanordnung **13** sind symmetrisch in der Form eines kreisförmigen Bogens abgeschnitten. Daher sind die Störkomponenten δ 135°, Δ 180°, Δ 135° und δ 180° von den Sendeelektroden **13b**, **13c**, **13d** und **13e**, welche sich nahe den Ecken **14a** und **14b** befinden vermindert im Vergleich zur herkömmlichen Technologie. **Fig.** 5 zeigt ein Vektordiagramm der Störkomponenten. Wie aus dieser Darstellung ersichtlich können die Störkomponenten, welche in die Empfangselektrode **14** eingestreut werden, ausgelöscht werden durch Anpassen der Größe der abgeschrägten Ecke in der Weise, dass ein Betrag der empfangenen Störungen bei der Empfangselektrode **14** wie folgt wird;

$$\Delta\ 135° + \delta\ 135° = \Delta\ 180° + \delta\ 180° = \Delta\ 0° = \Delta\ 45° = \Delta\ 90° = \Delta\ 225° = \Delta\ 270° = \Delta\ 315°$$

[0035] Andererseits werden die Originalsignalkomponenten, welche bei der Empfangselektrode **14** von der Sendeelektrodenanordnung **13** über die Koppelelektroden **18** empfangen werden, kaum durch das Abschrägen der Ecken vermindert. Auf diese Weise wird das Signal-Rauschverhältnis verbessert und die Genauigkeit der Verschiebungsmessung wird erhöht im Vergleich zur konventionellen Technologie. Dadurch wird eine ausreichende Messgenauigkeit erreicht und zur Verkleinerung der Vorrichtung beigetragen, selbst wenn die Zahl der Sendeelektrodeneinheiten zwei beträgt wie in dieser Ausführungsform.

[0036] Selbstverständlich ist die vorliegende Erfindung nicht beschränkt auf die Ausführungsform mit zwei Einheiten der Sendeelektroden. Vielmehr kann die vorliegende Erfindung allgemein angepasst werden für einen Detektor, welcher eine Sendeelektrodenanordnung einschließt, die aus einer Vielzahl von Sendeelektrodeneinheiten und einer Empfangselektrode besteht. Die Empfangselektrode weist eine Breite auf, welche geringer ist als eine Breite der Sendeelektrodenanordnung und beide Enden der Empfangselektrode sind innerhalb der beiden Enden der Sendeelektrodenanordnung angeordnet.

[0037] Das vorstehend beschriebene Verfahren mit R-Abschrägung bestimmt nicht die Form der Empfangselektrode **14**. Beispielsweise kann, wie in **Fig.** 6 gezeigt ein Verfahren zum Absetzen von schrägen Ecken **31a** und **31b** der Empfangselektrode **31** ebenso dieselbe Wirkung erzielen (C-Abschrägung). Alternativ dazu kann, wie in **Fig.** 7 gezeigt eine Empfangselektrode **14** kurz ausgebildet werden, so dass die Ecken **32a** und **32b** der Empfangselektrode **32** geringfügig innerhalb der Breite W1 einer Basisperiode angeordnet sind. In dieser Ausführungsform kann die Musterung in einfacher Weise hergestellt werden verglichen mit den Ausführungsformen der **Fig.** 4 und 6, wenngleich ein Koppelbereich mit den Koppelelektroden **18** geringfügig vermindert ist.

[0038] Wenngleich die Beispiele des Drehencoders in den vorstehenden Ausführungsformen beschrieben wurde, kann die vorliegende Erfindung ebenso auf einen linearen Encoder (linearer Verschiebungsdetektor) angewandt werden zur Verwendung in einer Schublehre oder Ähnlichem wie in **Fig.** 8 gezeigt. Der Linearencoder **40** umfasst einen ersten Maßstab **41** bestehend aus einer ebenen Platte und einem zweiten Maßstab **42** demselben gegenüberliegend und aus einer ebenen Platte bestehend. Der erste Maßstab **41** schließt eine Anordnung von Sendeelektroden **43** und eine Empfangselektrode **44** ein, welche auf derselben ausgebildet sind. Der zweite Maßstab **42** schließt Kopplungs- und Masseelektroden **45** und **46** ein, welche auf derselben ausgebildet sind. Die Empfangselektrode **44** wird derart hergestellt, dass ihre Ecken nahe der Anordnung der Sendeelektroden **43** abgeschnitten sind.

[0039] In der vorliegenden Erfindung sind wie vorstehend beschrieben von beiden Enden der Empfangselektrode mindestens Teile nahe zu der Anordnung der Sendeelektroden abgeschnitten. Dementsprechend kann ein Phasenabgleich zwischen den Störungen, welche in die Empfangselektrode von der Sendeelektrodenanordnung eingestreut werden abgeglichen werden und ein Signal-Rauschverhältnis kann schließlich durch Auslöschung der eingestreuten Störungen verbessert werden. Daher kann eine Verkleinerung der Vorrichtung und eine Verbesserung der Genauigkeit der Verschiebungsdetektion gleichzeitig erreicht werden.

[0040] Nachdem die Ausführungsformen, die konsistent sind mit der vorliegenden Erfindung, beschrieben wurden, werden andere Ausführungsformen und Abwandlungen, welche konsistent sind mit der vorliegenden Erfindung, dem Fachmann offenbar sein. Daher soll die Erfindung nicht als durch die offenbarten Ausführungsformen, sondern vielmehr ausschließlich durch die anhängenden Ansprüche begrenzt gedacht werden.

Patentansprüche

1. Eine Kondensator-basierende Vorrichtung zur Messung von Verschiebungen, welche umfasst:
einen ersten Maßstab (**11**) und einen zweiten Maßstab (**12**), welche sich gegenüberliegend angeordnet sind und welche relativ bewegbar sind in Richtung einer Messachse;
eine auf dem ersten Maßstab ausgebildete Sendeelektrodenanordnung (**13**), bestehend aus einer Vielzahl von Sendeelektrodeneinheiten (U1, U2), welche in der Richtung der Messachse in einer Basisperiode (W1) angeordnet sind, wobei jede Sendeelektroden-

einheit aus n Sendeelektroden besteht, welche in Richtung der Messachse angeordnet sind zum Empfangen jeweiliger Phasensignale von n-phasigen Sendesignalen (wobei n eine ganze Zahl gleich oder größer als 2 bedeutet);
mindestens eine Empfangselektrode, welche (**14**) auf dem ersten Maßstab (**11**) benachbart zu der Sendeelektrodenanordnung (**13**) in der Richtung senkrecht zu der Messachse angeordnet ist; und
eine Vielzahl von Koppelelektroden (**18**), welche auf dem zweiten Maßstab (**12**) angeordnet sind, um eine kapazitive Kopplung mit den Sendeelektrodeneinheiten und der Empfangselektrode (**14**) auf denn ersten Maßstab herzustellen;
wobei die Empfangselektrode (**14**) in Richtung der Messachse eine Breite aufweist, die gleich zu einem ganzzahligen Vielfachen der Basisperiode (W1) und kleiner als eine Breite der Sendeelektrodenanordnung (**13**) ist, wobei beide Enden in der Breitenrichtung der Empfangselektrode (**14**) innerhalb in Bezug auf die beiden Enden der Sendeelektrodenanordnung (**13**) angeordnet sind, wobei mindestens Teile von den beiden Enden der Empfangselektrode (**14**) nahe zu der Sendeelektrodenanordnung abgeschnitten sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Vielzahl der Koppelelektroden in derselben Periode wie die Basisperiode in der Messrichtung angeordnet sind, und
die Breite von Teilen der beiden Enden der Empfangselektrode, welche abgeschnitten sind, kleiner ist, als die Breite einer Sendeelektrode.

2. Die Kondensator-basierende Vorrichtung zur Messung von Verschiebungen gemäß Anspruch 1, wobei
in der Breitenrichtung der Empfangselektrode (**14**) Ecken der beiden Enden nahe der Sendeelektrodenanordnung abgeschnitten sind in der Form eines Kreisbogens.

3. Die Kondensator-basierende Vorrichtung zur Messung von Verschiebungen gemäß Anspruch **1**, wobei
in der Breitenrichtung der Empfangselektrode (**14**) Ecken von beiden Enden nahe der Sendeelektrodenanordnung schräg abgeschnitten sind.

4. Die Kondensator-basierende Vorrichtung zur Messung von Verschiebungen gemäß Anspruch 1, wobei
in der Breitenrichtung der Empfangselektrode (**14**) die beiden Enden der Empfangselektrode geringfügig abgeschnitten sind.

5. Die Kondensator-basierende Vorrichtung zur Messung von Verschiebungen gemäß Anspruch 1, wobei
die Sendeelektrodenanordnung (**13**) zwei Sendeelektrodeneinheiten (U1, U2) einschließt, und
die Empfangselektrode (**14**) eine Breite aufweist, die gleich ist zu der Basisperiode (W1) und derart angeordnet ist, dass die Mitte in der Breitenrichtung der Empfangselektrode die Mitte in der Breitenrichtung der Sendeelektrodenanordnung (**13**) trifft.

6. Die Kondensator-basierende Vorrichtung zur Messung von Verschiebungen gemäß Anspruch 1, wobei
der erste Maßstab (**11**) einen halbzylindrischen Bestandteil mit der Sendeelektrodenanordnung und der Empfangselektrode (**14**) umfasst, welche auf dessen innerer Umfangsfläche ausgebildet sind, und
der zweite Maßstab (**12**) einen zylindrischen Bestandteil mit den Koppelelektroden (**18**) umfasst, welche auf dessen äußerer Umfangsfläche ausgebildet sind, wobei der zweite Maßstab koaxial drehbar ist zu und um einen gewissen Spalt abgesetzt ist von dem halbzylindrischen Bestandteil, wobei
der erste und zweite Maßstab einen Rotationsencoder bilden.

7. Die Kondensator-basierende Vorrichtung zur Messung von Verschiebungen gemäß Anspruch 6, wobei
die Sendeelektrodenanordnung (**13**) und die Empfangselektrode (**14**) auf einer flexiblen gedruckten Schaltung ausgebildet und an die innere Umfangsfläche des halbzylindrischen Bestandteils angebracht sind.

8. Die Kondensator-basierende Vorrichtung zur Messung von Verschiebungen gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei die Vorrichtung weiterhin umfasst:
einen Sendesignalgenerator (**21**) zum Erzeugen von n-phasigen Sendesignalen (wobei n eine ganze Zahl gleich oder größer als 2 bedeutet), welche der Sendeelektrodeneinheit zugeführt werden, wobei die Empfangselektrode (**14**) empfangene Signale ausgibt mit Phasen gemäß der relativen Verschiebungen der n-phasigen Sendesignale; und
eine Messschaltung (**22**) zur Detektion der Phasen der empfangenen Signale, welche von der Empfangselektrode (**14**) ausgegeben werden und zur Berechnung einer relativen Bewegung zwischen dem ersten und zweiten Maßstab.

Es folgen 7 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

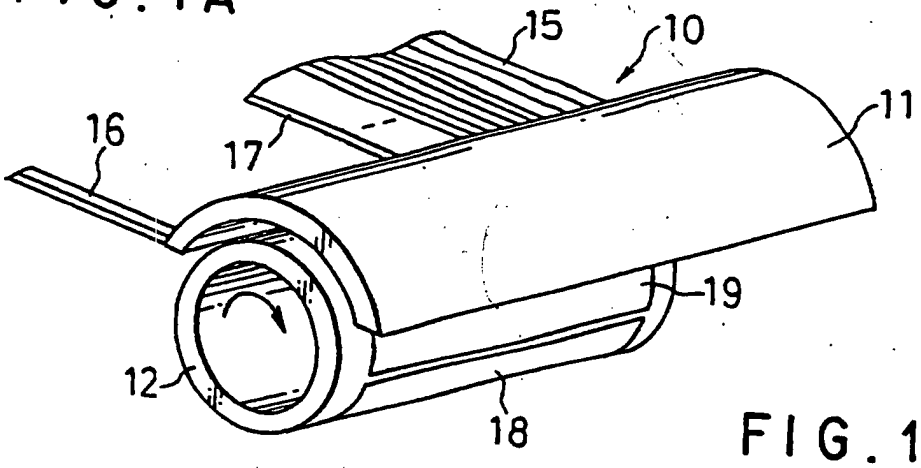


FIG. 1B

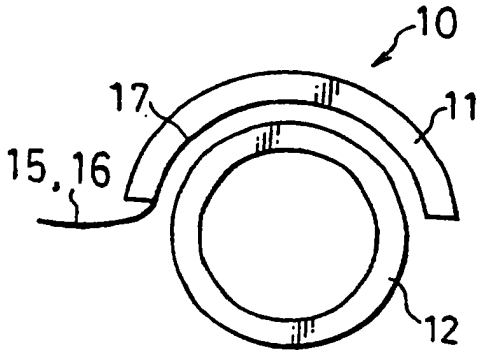


FIG. 2A

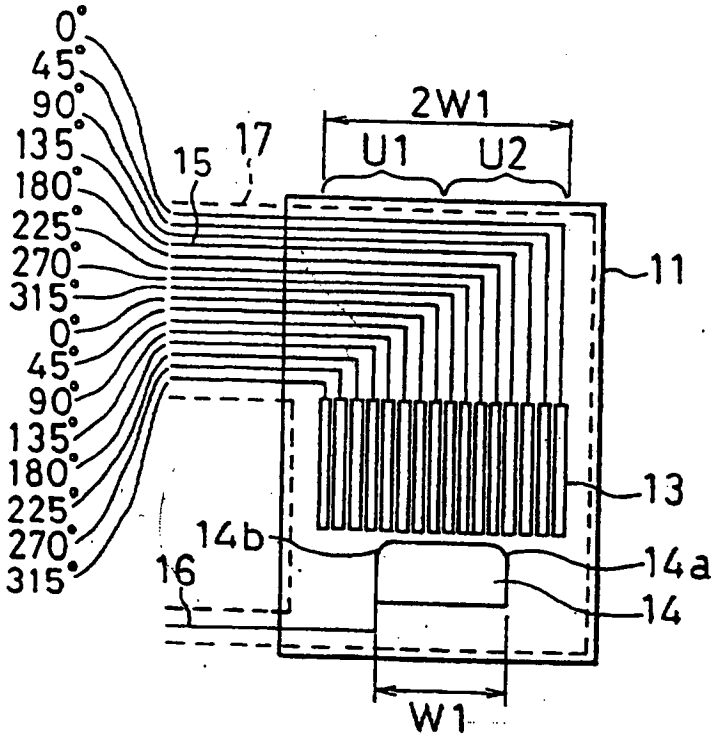

0°
45°
90°
135°
180°
225°
270°
315°
0°
45°
90°
135°
180°
225°
270°
315°
15
17
2W1
U1
U2
11
13
14b
14a
14
16
W1

FIG. 2B

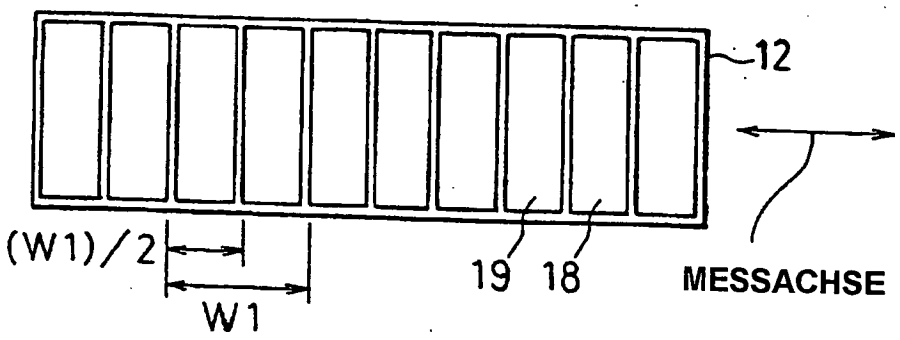

12
(W1)/2
W1
19
18
MESSACHSE

FIG. 3

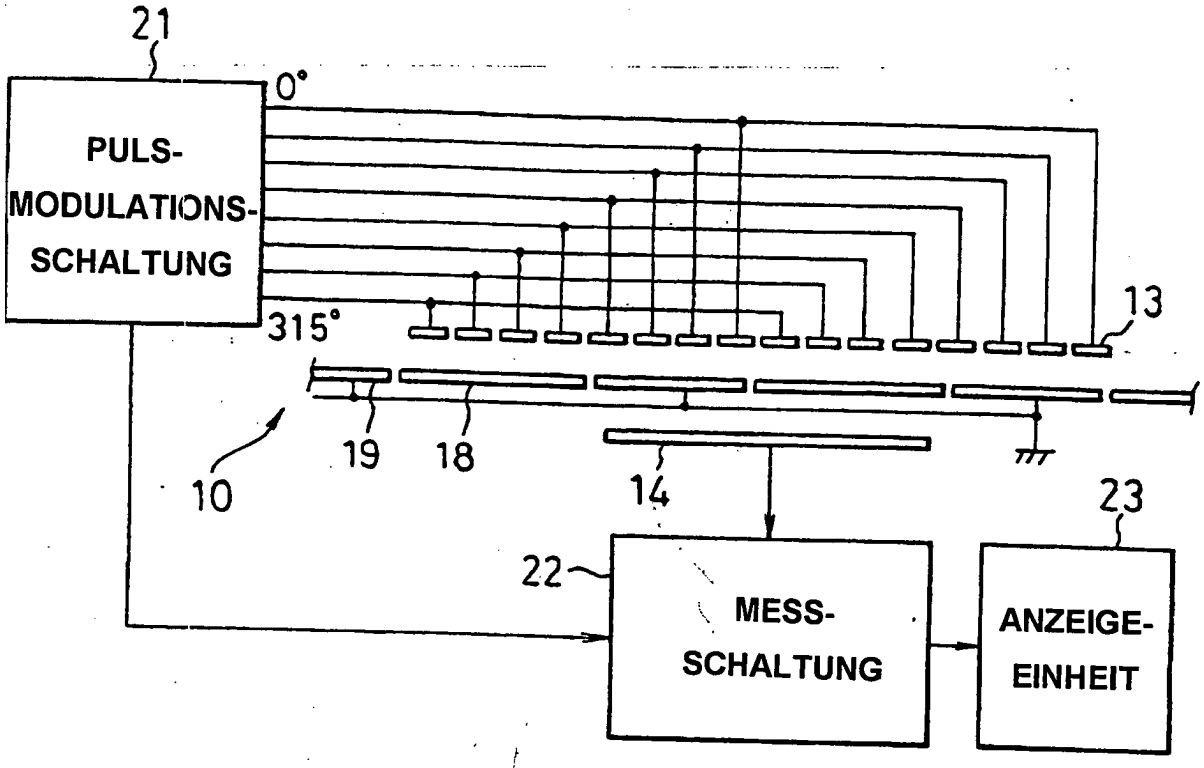

21
PULS-
MODULATIONS-
SCHALTUNG
0°
315°
13
19
18
10
14
23
22
MESS-
SCHALTUNG
ANZEIGE-
EINHEIT

FIG. 4

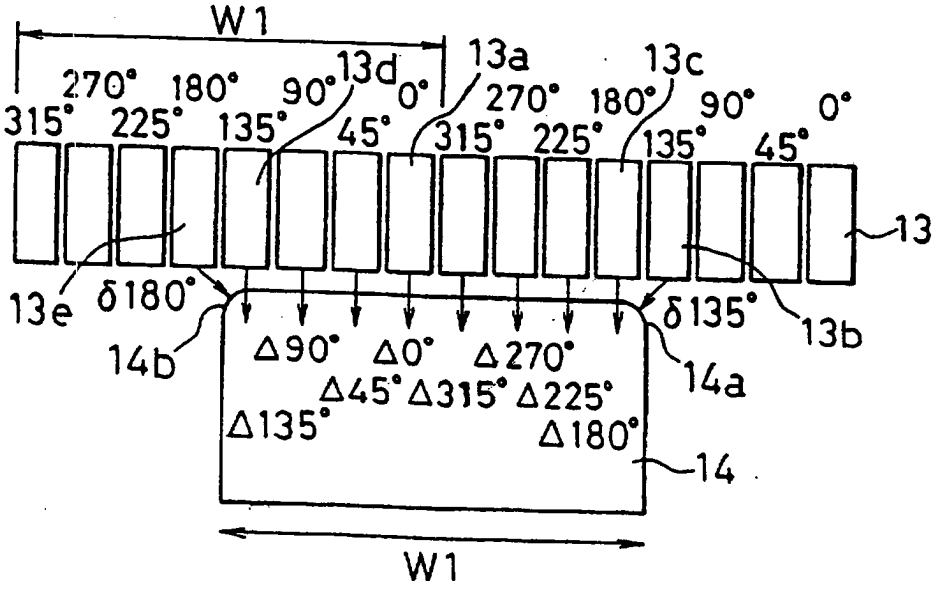

W1
270°
180°
90°
13d
0°
13a
270°
180°
13c
90°
0°
315°
225°
135°
45°
315°
225°
135°
45°
13
13e
δ180°
δ135°
13b
14b
Δ90°
Δ0°
Δ270°
14a
Δ45°
Δ315°
Δ225°
Δ135°
Δ180°
14
W1

FIG. 5

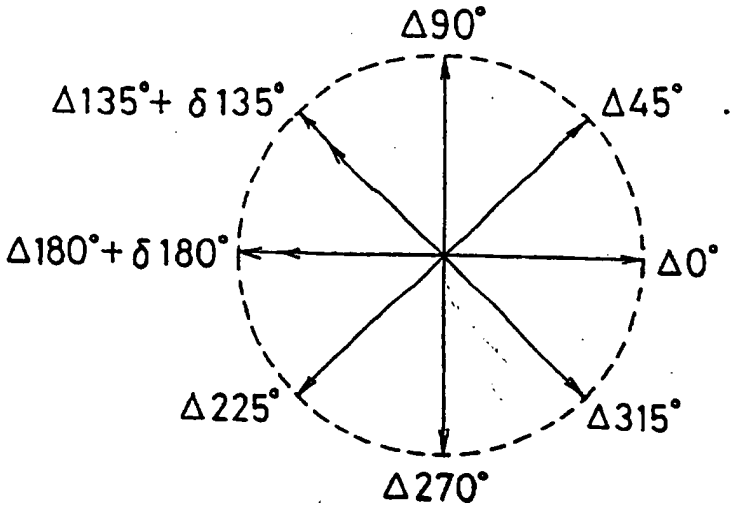

Δ90°
Δ135°+ δ135°
Δ45°
Δ180°+ δ180°
Δ0°
Δ225°
Δ315°
Δ270°

FIG. 6

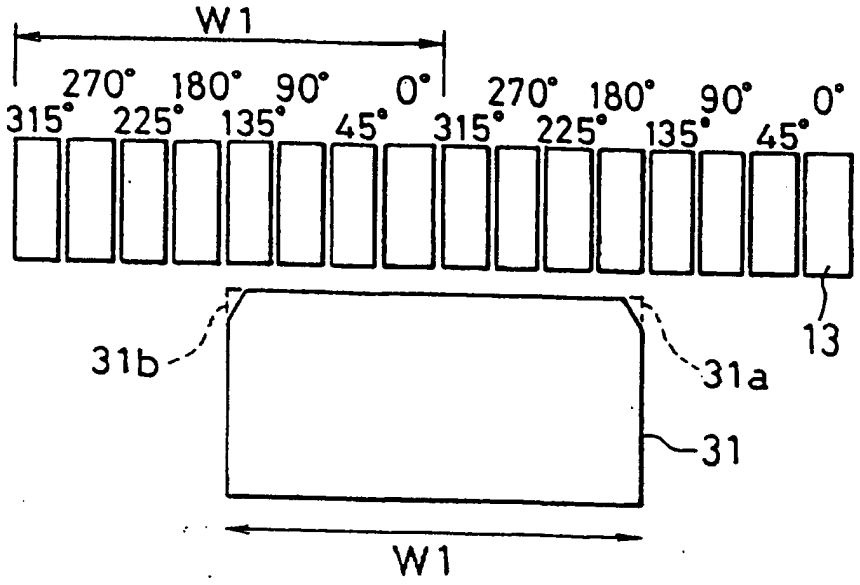

W1
270°
180°
90°
0°
315°
225°
135°
45°
270°
180°
90°
0°
315°
225°
135°
45°
13
31b
31a
31
W1

FIG. 7

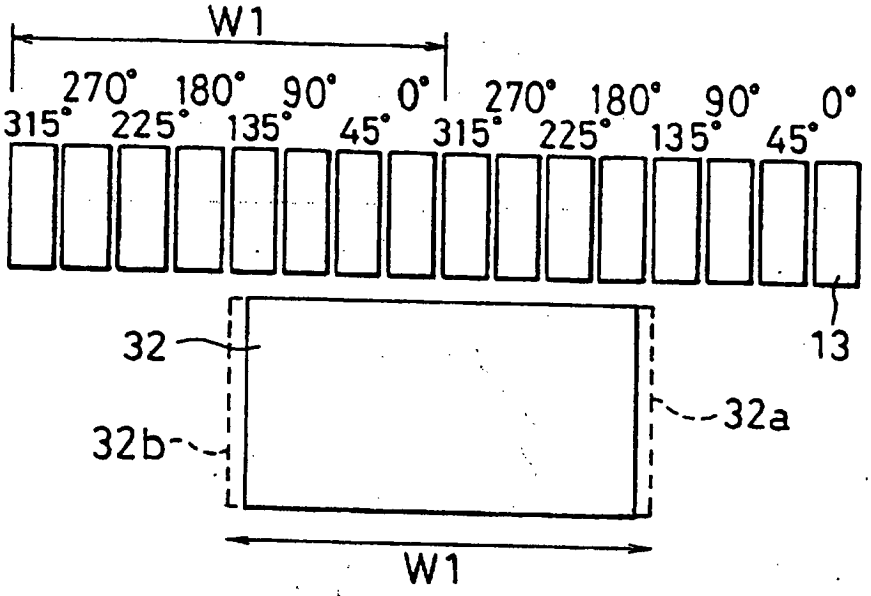

W1
270°
180°
90°
0°
315°
225°
135°
45°
315°
225°
135°
45°
13
32
32b
32a
W1

FIG. 8

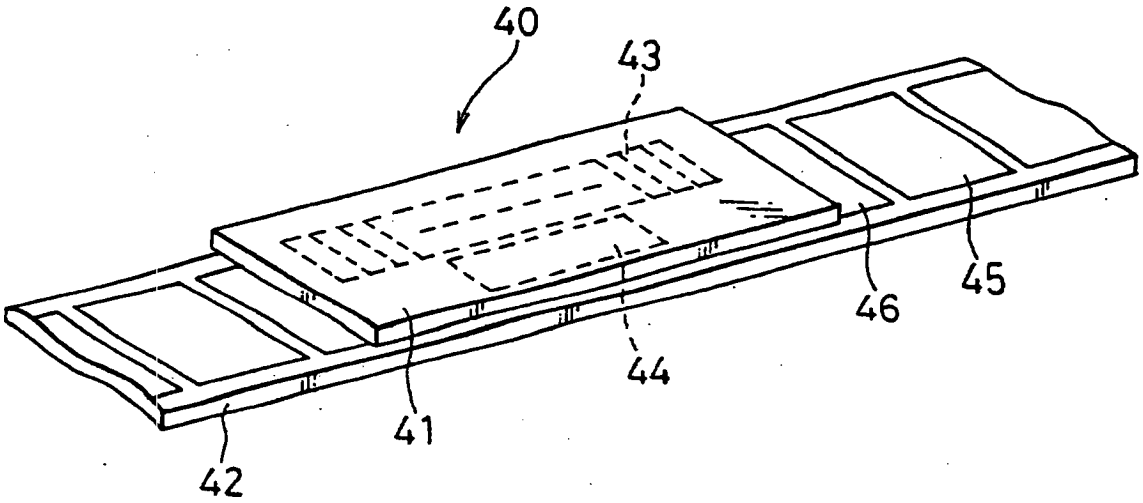

40
43
46
45
44
41
42

FIG. 9

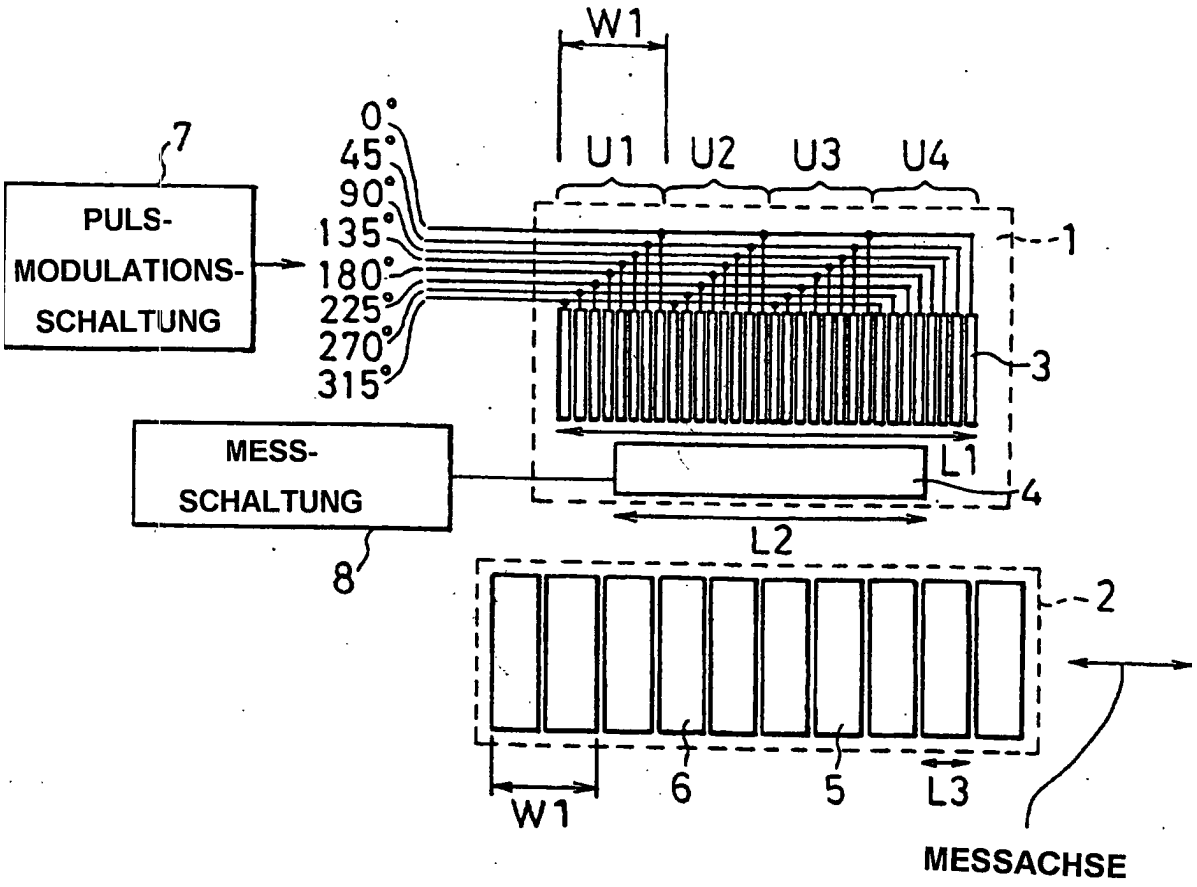

W1
U1
U2
U3
U4
7
PULS-
MODULATIONS-
SCHALTUNG
0°
45°
90°
135°
180°
225°
270°
315°
1
3
MESS-
SCHALTUNG
L1
4
L2
8
2
6
5
L3
W1
MESSACHSE

FIG. 10

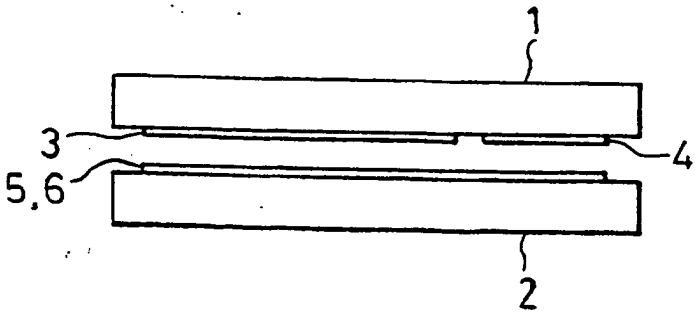

1
3
4
5,6
2

FIG. 11

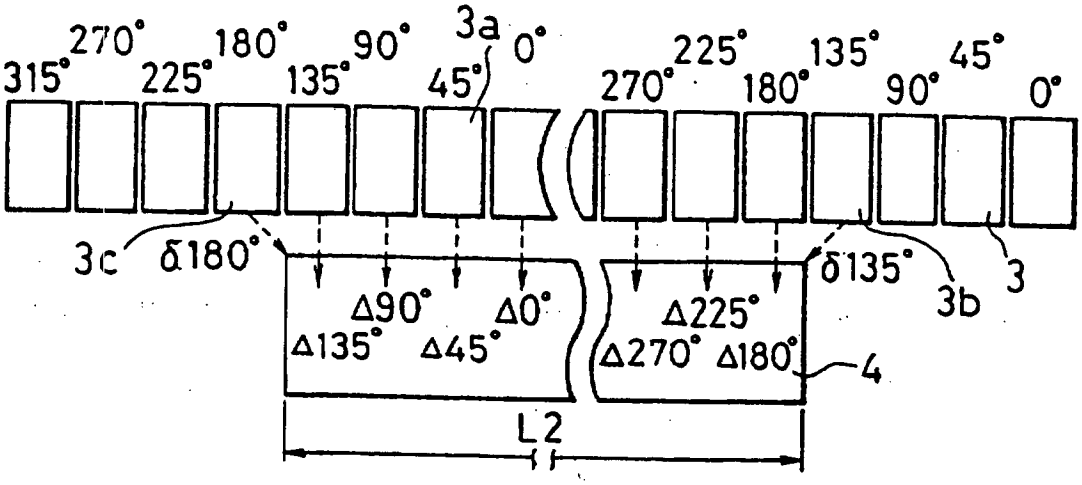


FIG. 12A

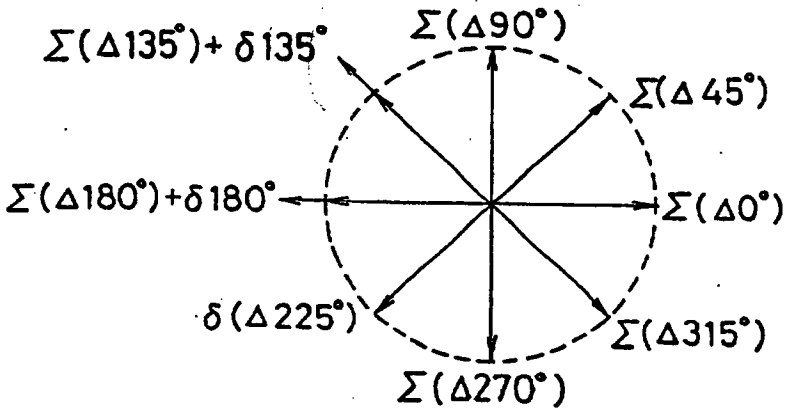


FIG. 12B

