



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 697 19 668 T2 2004.03.18**

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 0 840 095 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **697 19 668.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **97 118 944.4**

(96) Europäischer Anmeldetag: **30.10.1997**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.05.1998**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **12.03.2003**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **18.03.2004**

(51) Int Cl.7: **G01D 5/16**

G01D 3/08, G01D 5/244

(30) Unionspriorität:

29179496 01.11.1996 JP

(73) Patentinhaber:

Mitutoyo Corp., Kawasaki, Kanagawa, JP

(74) Vertreter:

**Patent- und Rechtsanwälte Bardehle, Pagenberg,
Dost, Altenburg, Geissler, 81679 München**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, GB

(72) Erfinder:

**Kiryama, Tetsuro, Kawasaki-shi, Kanagawa 213,
JP**

(54) Bezeichnung: **Magnetische Kodiereinrichtung**

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

GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen magnetischen Codierer zur Verwendung mit Gleitastvorrichtungen, einem Mikrometer usw., insbesondere einen magnetischen Codierer zum Detektieren einer Änderung einer magnetischen Kopplung von Elementen, die sich relativ zueinander bewegen, um die relative Verschiebung (Positionen) dieser zu detektieren.

STAND DER TECHNIK

[0002] Als ein Beispiel eines Codierers, der die Position, Winkel usw. von Elementen detektiert, die sich relativ zueinander bewegen, ist ein magnetischer Codierer bekannt. Ein magnetischer Codierer weist ein erstes Element und ein zweites Element auf. Das erste Element weist N-Pol-Abschnitte und S-Pol-Abschnitte auf, die abwechselnd mit einer vorbestimmten Schrittbreite λ angeordnet sind. Das erste Element ist beispielsweise eine magnetische Skala. Das zweite Element ist so angeordnet, dass es relativ zum ersten Element bewegbar ist. Das zweite Element weist Vorrichtungen auf, die die Änderung des magnetischen Feldes entsprechend der relativen Bewegung der Elemente detektieren. Beispielsweise sind erste bis vierte magneto-resistive (MR) Vorrichtungen bzw. Bauteile mit Phasen, die sich um $\lambda/4$ ($= 90^\circ$) unterscheiden, entsprechend den Schrittbreiten (magnetisierende Schrittbreiten) λ der magnetischen Skala angeordnet.

[0003] Die ersten bis vierten MR-Bauteile auf dem zweiten Element sind in solch einer Weise verbunden, dass MR-Bauteile mit Phasen, die sich um 180° unterscheiden, in Reihe verbunden sind. Mit den ersten bis vierten MR-Bauteilen in einer derartigen Weise verbunden, ist eine Versetzungsdetektionsschaltung als eine Brückenschaltung strukturiert. Die ersten bis vierten MR-Bauteile sind in der longitudinalen Richtung senkrecht zu der Richtung der Bewegung des Elementes magnetisiert. Mit der Wechselwirkung von DC-Strömen, die zu diesen MR-Bauteilen zugeführt werden, und dem horizontalen magnetischen Feld der magnetischen Skala wird die Magnetisierung rotiert, wodurch bewirkt wird, dass der Widerstand dieser MR-Bauteile variiert. Die Intensität des horizontalen Magnetfeldes, das an jedes MR-Bauteil angelegt ist, variiert periodisch mit den Schrittbreiten λ entsprechend der relativen Bewegung. Somit variiert der Rotationswinkel der Magnetisierung periodisch. Folglich werden Sinuswellensignale mit Phasen, die sich um 90° unterscheiden, erhalten von Ausgangsanschlüssen der Brückenschaltung. Durch Verarbeiten der Sinuswellensignale kann der Betrag der Versetzung bzw. der Verschiebung erhalten werden.

[0004] In einem magnetischen Codierer, der derarti-

ge MR-Bauteile aufweist, ist der Einfluss von Wasser, Schneideöl usw. auf Ausgangssignale geringer als in einem Codierer des elektrostatischen Typs und in einem Codierer eines fotoelektrischen Typs. Somit ist der magnetische Codierer speziell für Anwendungen geeignet, die eine Umgebungsbeständigkeit erfordern, wie in einer Maschinenfabrik.

[0005] Wenn der magnetische Codierer verwendet wird für eine batteriegetriebene Handwerkzeuglängenmessenheit oder dergleichen ist der Energieverbrauch ein kritisches Problem. Mit anderen Worten wird eine DC-Stromversorgung mit den MR-Bauteilen verbunden, welche die Versetzungsdetektionsschaltung bilden. Somit wird ein Antriebsstrom von der DC-Stromversorgung an die MR-Bauteile angelegt. Beispielsweise, wenn der Widerstand jedes MR-Bauteils $1,5 \text{ k } \Omega$ ist und die angelegte Spannung $1,5 \text{ V}$ ist, hat der Strom der in der Brückenschaltung fließt 1 mA , da der Gesamtwiderstand der Brückenschaltung $1,5 \text{ k } \Omega$ ist. Somit ist beispielsweise die Lebensdauer einer Batterie vom Silberoxidknopftyp von 160 mAh nur 160 Stunden kurz (rund $6,5$ Tage).

[0006] In einem derartigen magnetischen Codierer wird als ein Substrat, auf dem MR-Bauteile gebildet werden, ein Glassubstrat oder ein Keramiksubstrat verwendet. Andererseits wenn eine Signalverarbeitungsschaltung, die Ausgangssignale der MR-Bauteile verarbeitet, als ein IC-Chip strukturiert ist, um die integrierte Schaltung und die MR-Bauteile anzuordnen, gibt es mehrere Verfahren, wie beispielsweise die Verfahren (a) und (b). In dem Verfahren (a) werden ein Substrat, auf dem MR-Bauteile gebildet sind und ein Substrat, auf dem eine integrierte Schaltung gebildet ist, mit einer flexiblen Leiterplatte (FPC) verbunden. Im Verfahren (b) ist ein IC-Chip an der rückseitigen Oberfläche eines Substrates angeordnet, auf dem MR-Bauteile unter Ausbildung eines Musters hergestellt sind.

[0007] Jedoch ist es bei den herkömmlichen Montageverfahren, da die Montagegröße groß ist, schwierig ein kleines Handwerkzeug zu erhalten. Obwohl die Montagedichte beim Verfahren (b), bei dem im Allgemeinen ein Substrat verwendet wird, größer ist, als die Montagedichte bei dem Verfahren (a), bei dem zwei Substrate, auf welchen MR-Bauteile und eine integrierte Schaltung gebildet sind, ist, da die MR-Bauteile und die integrierte Schaltung verschiedene Bereiche verwenden, die Reduktion der Größe beschränkt. Zusätzlich sollte die Oberfläche, auf der die MR-Bauteile gebildet sind, als eine Referenzoberfläche gegenüber der magnetischen Skala mit einer vorbestimmten Lücke angeordnet sein. Jedoch, wenn die integrierte Schaltung angeordnet ist, kann die Referenzoberfläche nicht präzise erhalten werden. Wenn die MR-Bauteile gegenüberliegend zur magnetischen Skala angeordnet sind, wird die Schutzstruktur gegen eine Kontamination kompliziert.

[0008] Der herkömmliche magnetische Codierer, der MR-Bauteile aufweist mit verschiedenen Phasen,

ist stark beeinflusst durch die Fluktuation der Genauigkeit der magnetisierenden Schrittbreiten und der Intensität des magnetischen Feldes, der Fluktuation der Positionen, Formen und Eigenschaften der MR-Bauteile usw. Somit sollte auf der Seite der elektrischen Signalverarbeitungsschaltung die zentrale Spannung, Amplitude usw. der Sinuswellensignale eingestellt sein. Zusätzlich sind, da der magnetische Codierer stark durch eine Beschädigung und Kontamination des Musters des MR-Bauteils beeinflusst ist, die Stabilität und Verlässlichkeit dieser nicht hoch. Darüber hinaus, da die magnetisierende Schrittbreite der Skala klein wird, ist es schwierig vier MR-Bauteile in den magnetisierenden Schrittbreiten anzuordnen. Somit, wenn die MR-Bauteile präzise hergestellt sind, vergrößert sich die Fluktuation von Eigenschaften dieser.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0009] Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen magnetischen Codierer bereitzustellen, der es erlaubt den Energieverbrauch zu erniedrigen und der auf ein batteriegetriebenes Handwerkzeug angewandt werden kann mit einer langen Lebensdauer.

[0010] Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es einen magnetischen Codierer bereitzustellen, der es ermöglicht gewünschte Eigenschaften zu liefern, ohne die Notwendigkeit Anpassungen auszuführen, wobei der Energieverbrauch erniedrigt wird und, dass präzise maschinelle Herstellungsbedingungen von MR-Bauteilen erleichtert werden.

[0011] US 5,036,319 offenbart einen magnetischen Codierer, welcher einen multipolaren magnetischen Körper beinhaltet, der eine Reihe von alternierenden Nord- und Südpolen gleicher Breiten aufweist und ein magneto-resistives Element, das gegenüberliegend zu dem multipolaren magnetischen Körper angeordnet ist. Das magneto-resistive Element beinhaltet zumindest ein A-Phase magneto-resistives Element und zumindest ein B-Phase magneto-resistives Element, angeordnet nebeneinander über $\frac{(2n+1)}{2} \cdot \lambda$ wobei n eine ganze Zahl größer oder gleich 1 ist, und 1 eine Breite jedes individuellen Pols des multipolaren magnetischen Körpers ist. Jedes der A-Phase magneto-resistiven Elemente und der B-Phase magneto-resistiven Elemente weist eine Gruppe von Reihen verbundener linearer Leiter auf, die Seite an Seite in einer Kammähnlichen Form angeordnet sind.

[0012] EP 0 479 525 A2 offenbart einen Resolver zum Messen einer absoluten Position eines rotierenden Körpers aufweisend einen Resolver beinhaltend einen Rotor mit einer Einzelphasenerregungsspule und dazu angepasst mit dem rotierenden Körper gekoppelt zu werden, und einen Stator, der Detektionsspulen für zwei Phasen aufweist, die voneinander um 90° verschieden sind, eine erste Schaltung zum Erregen der Erregungsspule durch ein Impulssignal, das eine ausgewählte Frequenz aufweist, und eine zweite Schaltung zum Berechnen einer absoluten Positi-

on des Rotors gemessen von einer Referenzwinkelposition auf der Basis von Ausgabesignalen der Detektionsspulen, wobei ein ausgewählter Bereich, der die erste Schaltung beinhaltet und zumindest einen Teil der zweiten Schaltung, normal unter Energie gesetzt wird durch eine externe Stromversorgung, und wenn die externe Stromversorgung abgeschaltet ist, durch eine Ersatzstromversorgung mit Energie versorgt wird.

[0013] Diese Aufgaben werden gelöst durch einen magnetischen Codierer, der die Merkmale von Anspruch 1 aufweist.

[0014] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen definiert.

[0015] Ein erster Aspekt ist ein magnetischer Codierer, der ein erstes Element aufweist mit N-Pol-Abschnitten und S-Pol-Abschnitten, die abwechselnd mit vorbestimmten Schrittbreiten angeordnet sind, ein zweites Element, das gegenüberliegend dem ersten Element angeordnet ist, um relativ zu dem ersten Element bewegbar zu sein, wobei das zweite Element zumindest vier magneto-resistive Vorrichtungen aufweist mit Phasen die sich voneinander um 90° unterscheiden jeweils entsprechend den Schrittbreiten der magnetischen Pole des ersten Elementes, eine Versetzungsdetektionsschaltung, um die Differenz zwischen Ausgangssignalen zu erhalten mit Phasen, die sich um 180° unterscheiden um zwei Sinuswellensignale auszugeben, wobei die Amplituden der zwei Sinuswellensignale variiert werden entsprechend der relativen Bewegung des ersten Elementes und des zweiten Elementes, wobei die Versetzungsdetektionsschaltung durch eine DC-Stromversorgung getrieben wird, eine Signalverarbeitungsschaltung zum Erzeugen von Zwei-Phasen-Rechteckwellensignalen, die auf den Zweiphasensinuswellensignalen basieren, die durch die Versetzungsdetektionsschaltung erhalten werden, einen Zähler zum Zählen der Zwei-Phasen-Rechteckwellensignale, die durch die Signalverarbeitungsschaltung erhalten werden, um die relative Position des ersten Elementes und des zweiten Elementes zu erhalten und eine Umschalterschaltung für ein intermittierendes Einschalten/Ausschalten des Ausgangs der DC-Stromversorgung zur Versetzungsdetektionsschaltung entsprechend einem ersten Takt, der eine vorbestimmte Frequenz aufweist.

[0016] Gemäß der vorliegenden Erfindung, da eine Energie intermittierend zu der Versetzungsdetektionsschaltung zugeführt wird, die aus MR-Bauteilen gebildet ist und dadurch die Versetzungsdetektionsschaltung aktiviert wird, nimmt der Stromverbrauch der MR-Bauteile ab entsprechend der relativen Einschaltdauer des ersten Taktes im Vergleich mit dem herkömmlichen System bei dem Strom immer zu den MR-Bauteilen zugeführt wird. Somit, wenn der magnetische Codierer gemäß der vorliegenden Erfindung auf eine batteriebetriebene Handwerkzeuglängenmessvorrichtung angewandt wird, kann die Betriebsdauer der Batterie (einschließlich einer Solarzelle)

verlängert werden.

[0017] Die Signalverarbeitungsschaltung weist ein Paar von Abtastwerthalteschaltungen auf zum Abtasten und Halten der Zwei-Phasen-Sinuswellensignale, die von der Versetzungsdetektionsschaltung erhalten werden entsprechend dem ersten Takt, ein Paar von Komparatoren, die intermittierend gemäß einem zweiten Takt aktiviert werden mit einer Phase, die von der Phase des ersten Taktes verzögert ist zum Vergleichen von Ausgangssignalen der Abtastwerthalteschaltungen mit einer konstanten Referenzspannung, um binäre Daten zu erhalten, und ein Paar von Flipflops, um die binären Daten von den Komparatoren zu erhalten, um die Zwei-Phasen-Rechteckwellensignale auszugeben. Mit dem Komparator, der intermittierend aktiviert ist, kann der Energieverbrauch desselben ebenso reduziert werden. Insbesondere, wenn der zweite Takt, der die Komparatoren dazu veranlasst, intermittierend zu arbeiten, eine Phase aufweist, die von der Phase des ersten Taktes verzögert ist, bis der abgetastete Wert festgelegt ist, werden die Komparatoren inaktiv gehalten. Somit wird der Effekt der Energiereduktion groß.

[0018] In dem Fall, dass die Komparatoren intermittierend aktiviert sind, während die Komparatoren inaktiv sind, werden die Ausgangssignale der Komparatoren instabil. Um dieses Problem zu lösen, sind Flipflops, die immer in einem Ein-Status sind auf der Ausgangsseite der Komparatoren angeordnet, wodurch die Ausgangssignale der Komparatoren gespeichert werden. Somit ist das Problem gelöst und die Zwei-Phasen-Rechteckwellensignale können ausgegeben werden.

[0019] Zusätzlich kann die Signalverarbeitungsschaltung eine Interpolationsschaltung aufweisen, die einen elektrischen Interpolationsprozess ausführt für die Ausgangssignale der Abtastwerthalteschaltungen zu Ausgangs-Zwei-Phasen-Rechteckwellensignalen. In diesem Fall wird bevorzugt die Interpolationsschaltung intermittierend zu aktivieren mit dem zweiten Takt, der eine Phase aufweist, die von der Phase des ersten Taktes verzögert ist. Zusätzlich, wenn Verstärkungsschaltungen an einem der Eingangs-/Ausgangsanschlüsse der Abtastwerthalteschaltungen angeordnet sind, ist es bevorzugt, die Verstärkungsschaltungen intermittierend mit dem ersten Takt zu aktivieren. Mit der Interpolationsschaltung und den Verstärkungsschaltungen, die intermittierend angetrieben werden, kann der Energieverbrauch effektiv reduziert werden.

[0020] Zusätzlich werden gemäß der vorliegenden Erfindung, wenn die Versetzungsdetektionsschaltung intermittierend angetrieben ist, Zwei-Phasen-Sinuswellensignale abgetastet. Somit ist es nicht notwendig Abtastwerthalteschaltungen vorzusehen. Zusätzlich ist es nicht immer notwendig einen zweiten Takt zusammen mit einem ersten Takt vorzusehen, der die Umschalterschaltung veranlasst anzutreiben. Darüber hinaus kann das Ausgangssignal der Versetzungsdetektionsschaltung, die intermittierend durch den ers-

ten Takt angetrieben wird, durch die Komparatoren verarbeitet werden, die intermittierend mit dem ersten Takt aktiviert sind. Somit können in einer derartigen einfachen Struktur Signale mit niedrigem Energieverbrauch verarbeitet werden.

[0021] Des weiteren kann gemäß der vorliegenden Erfindung, wenn eine Signalverarbeitungsschaltung, ein Zähler und eine Umschalterschaltung auf dem zweiten Element angeordnet sind, und wenn eine Anzeige, welche die Ausgabewerte des Zählers anzeigt, angeordnet ist, eine Handgerätlängenmessvorrichtung, die batteriebetrieben ist, mit einer langen Betriebsdauer erhalten werden.

[0022] Ein zweiter Aspekt ist ein magnetischer Codierer, der ein erstes Element aufweist mit N-Pol-Abschnitten und S-Pol-Abschnitten, die abwechselnd mit vorbestimmten Schrittbreiten angeordnet sind, ein zweites Element, das gegenüberliegend dem ersten Element angeordnet ist, um relativ zu dem ersten Element bewegbar zu sein, wobei das zweite Element zumindest vier magneto-resistive Vorrichtungen aufweist mit Phasen, die sich jeweils um 90° entsprechend der Schrittbreiten der magnetischen Pole des ersten Elementes unterscheiden, eine Versetzungsdetektionsschaltung, um die Differenz zwischen Ausgangssignalen der magneto-resistiven Vorrichtungen zu erhalten mit Phasen, die sich um 180° unterscheiden zu Ausgangs-Zwei-Phasen-Sinuswellensignalen, wobei die Amplituden der Zwei-Phasen-Sinuswellensignale entsprechend der relativen Bewegung des ersten Elementes und des zweiten Elementes, wobei die Versetzungsdetektionsschaltung durch eine DC-Stromversorgung angetrieben wird, eine Signalverarbeitungsschaltung zum Erzeugen von Zwei-Phasen-Rechteckwellensignalen basierend auf den Zwei-Phasen-Sinuswellensignalen, die durch die Versetzungsdetektionsschaltung erhalten werden, und einen Zähler zum Zählen der Zwei-Phasen-Rechteckwellensignale welche durch die Signalverarbeitungsschaltung erhalten werden, um relative Positionen für das erste Element und das zweite Element zu erhalten, wobei eine Mehrzahl von Sätzen, von welchen jeder gebildet ist aus zumindest vier magneto-resistiven Vorrichtungen, deren Phasen um 90° voneinander verschoben sind, angeordnet sind, und wobei die magneto-resistiven Vorrichtungen mit derselben Phase in den Sätzen als magnetische Detektionsvorrichtungen in Reihe verbunden sind.

[0023] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird, wenn eine Mehrzahl von MR-Bauteilen in Serie verbunden sind und verwendet werden als eine magnetische Detektionsvorrichtung, die Abweichung der Magnetisierung und die Abweichung der Formen und Charakteristiken der MR-Bauteile ausgeglichen, wodurch der Einfluss davon reduziert wird. Somit ist es nicht notwendig, die zentrale Spannung und Amplitude des Ausgangssignals mit einer Signalverarbeitungsschaltung elektrisch einzustellen. Zusätzlich ist es nicht notwendig den Widerstand jedes Resistors

durch ein Einstellverfahren oder dergleichen einzustellen. Somit kann die Verstellung von Elementen bei einem hohen S/N-Verhältnis detektiert werden, ohne die Notwendigkeit Einstellungen vorzunehmen. Darüber hinaus werden die Einflüsse der Verschlechterung der Magnetisierungsintensität, der Beschädigung des MR-Bauteilmusters und die Kontaminierung auf Grund einer Substanz mit hoher Permeabilität wie beispielsweise Eisenpulver verringert. Somit kann ein magnetischer Codierer erhalten werden, der stabil arbeitet und eine hohe Zuverlässigkeit aufweist. Da die Impedanz als die magnetische Detektionsvorrichtung anwächst wird der Energieverbrauch des magnetischen Codierers reduziert. Zusätzlich, wenn die Schrittbreiten der MR-Bauteile auf $3/4$ oder $5/4$ gesetzt werden können die präzisen maschinellen Herstellungsbedingungen für die MR-Bauteile erleichtert werden.

[0024] Diese und andere Aufgaben, Eigenschaften und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden im Lichte der folgenden detaillierten Beschreibung von Ausführungsformen einer besten Art davon ersichtlich werden, wie in den beigefügten Zeichnungen veranschaulicht.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0025] **Fig. 1** ist ein Schaltungsdiagramm, welches die Struktur eines magnetischen Codierers gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0026] **Fig. 2** ist ein schematisches Diagramm, welches die Struktur eines Detektionskopfes gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0027] **Fig. 3** ist ein Schaltungsdiagramm, welches den Detektionskopf und eine Signalverarbeitungsschaltung gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0028] **Fig. 4** ist ein Zeitdiagramm, welches einen Abriss des Betriebs gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0029] **Fig. 5** ist ein vergrößertes Zeitdiagramm von **Fig. 4**;

[0030] **Fig. 6A bis 6C** sind Schaltungsdiagramme, welche Beispiele der Struktur einer Versetzungsdetektionsschaltung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen;

[0031] **Fig. 7** ist ein Schaltungsdiagramm, welches die Struktur einer Signalverarbeitungsschaltung gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0032] **Fig. 8** ist ein Blockdiagramm, welches die Struktur einer Signalverarbeitungsschaltung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0033] **Fig. 9** ist ein Schaltungsdiagramm, welches die Struktur einer Versetzungsdetektionsschaltung gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0034] **Fig. 10** ist ein Schaltungsdiagramm, welches

die Struktur einer Signalverarbeitungsschaltung gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0035] **Fig. 11** ist ein Zeitdiagramm, welches den Betrieb von **Fig. 5** gemäß der Ausführungsform von **Fig. 10** zeigt;

[0036] **Fig. 12** ist ein schematisches Diagramm, welches die Struktur eines magnetischen Codierers gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0037] **Fig. 13** ist eine Schnittansicht, welche die Struktur eines zweiten Elementes gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0038] **Fig. 14** ist eine Schnittansicht, welche die Struktur eines IC-Chips gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0039] **Fig. 15** ist ein schematisches Diagramm, welches eine äquivalente Schaltung des magnetischen Codierers gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0040] **Fig. 16** ist eine perspektivische Ansicht, welche die Beziehung relativer Phasen eines zweiten Elementes und eines ersten Elementes gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0041] **Fig. 17** ist ein schematisches Diagramm, welches eine äquivalente Schaltung von MR-Bauteilen gemäß der Ausführungsform, die in **Fig. 12** gezeigt ist, zeigt;

[0042] **Fig. 18** ist ein schematisches Diagramm, welches weitere Beispiele der Anordnung eines MR-Bauteilfeldes zeigt;

[0043] **Fig. 19A bis 19C** sind schematische Diagramme, welche die Struktur der wechselseitigen Drahtleitungen des MR-Bauteilfeldes zeigen;

[0044] **Fig. 20** ist ein schematisches Diagramm, welches ein weiteres Beispiel der Struktur von wechselseitigen Verdrahtungsleitungen des MR-Bauteilfeldes zeigt;

[0045] **Fig. 21A und 21B** sind schematische Diagramme, welche ein weiteres Beispiel der Montagestruktur eines IC-Chips zeigen;

[0046] **Fig. 22** ist eine Schnittansicht, welche ein weiteres Beispiel der Montagestruktur des IC-Chips zeigt; und

[0047] **Fig. 23A und 23B** sind schematische Diagramme, welche die Struktur eines MR-Bauteilfeldes gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigen.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0048] Ein magnetischer Codierer gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist ein erstes Element **1** und ein zweites Element **2** auf. Das erste Element **1** weist N-Pol-Abschnitte und S-Pol-Abschnitte auf, die abwechselnd bei Schrittbreiten λ angeordnet sind. Das erste Element **1** bildet eine magnetische Skala. Das zweite Element **2** ist gegenüberliegend dem ersten Element in einer der-

artigen Weise angeordnet, dass das zweite Element relativ gegenüber dem ersten Element in einer Richtung, die durch den Pfeil x gekennzeichnet ist, bewegbar ist. Das zweite Element **2** ist ein Detektionskopf **3**, eine Signalverarbeitungsschaltung **4**, ein Zähler **5**, eine Anzeige **6** und eine Batterie **7**. Der Detektionskopf **3** ist gegenüberliegend der Skalenoberfläche angeordnet, auf der magnetische Polabschnitte angeordnet sind des ersten Elementes mit einer vorbestimmten Lücke. Der Detektionskopf **3** weist MR-Bauteile auf, welche die Änderung des Magnetfeldes entsprechend der relativen Bewegung zu dem ersten Element **1** detektieren. Die Signalverarbeitungsschaltung **4** verarbeitet Zwei-Phasen-Sinuswellensignale INA und INB, die von dem Detektionskopf **3** empfangen wurden, um Zwei-Phasen-Rechteckwellensignale OUTA und OUTB zu erzeugen. Der Zähler **5** zählt die Zwei-Phasen-Rechteckwellensignale OUTA und OUTB, die von der Signalverarbeitungsschaltung **4** empfangen wurden. Die Anzeige **6**, die z. B. ein LCD ist, zeigt den gezählten Wert an. Die Batterie **7** führt eine DC-Leistung zu jedem Schaltungsabschnitt zu.

[0049] **Fig. 2** ist ein schematisches Diagramm, welches die Struktur von Hauptabschnitten des Detektionskopfes **3** entsprechend dem ersten Element **1** zeigt. Wie oben beschrieben ist das erste Element **1** bei Schrittbreiten λ magnetisiert. Der Detektionskopf **3** weist ein Substrat **21** und mindestens vier MR-Bauteile **Ma1**, **Mb1**, **Ma2** und **Mb2** auf die daran gebildet sind. Die MR-Bauteile **Ma1**, **Mb1**, **Ma2** und **Mb2** sind längliche Resistoren, die Anschlüsse an den Enden in der Richtung senkrecht zu der Richtung einer relativen Versetzung, die durch den Pfeil x gekennzeichnet ist, aufweisen. Die MR-Bauteile **Ma1**, **Mb1**, **Ma2** und **Mb2** sind bei Schrittbreiten von $(\lambda/4)$ angeordnet im Gegensatz zu den magnetisierenden Schrittbreiten λ des ersten Elementes **1**. Mit anderen Worten unterscheiden sich die Schrittbreiten der MR-Bauteile **Ma1**, **Mb1**, **Ma2** und **Mb2** voneinander um 90° . Die MR-Bauteile **Ma1**, **Mb1**, **Ma2** und **Mb2** sind magneto-resistive Dünnschichtvorrichtungen, die beispielsweise durch ein Sputterverfahren gebildet sind. Die MR-Bauteile **Ma1**, **Mb1**, **Ma2** und **Mb2** sind vollkommen mit einem Schutzfilm (nicht gezeigt) überzogen.

[0050] **Fig. 3** ist ein schematisches Diagramm, welches eine äquivalente Schaltung des Detektionskopfes **3** und der Signalverarbeitungsschaltung **4** zeigt. Eine Versetzungsdetektionsschaltung **30**, welche die Zwei-Phasen-Sinuswellensignale **INA** und **INB** ausgibt, ist gebildet unter Verwendung der vier MR-Bauteile **Ma1**, **Mb1**, **Ma2** und **Mb2** und angeordnet auf dem Detektionskopf **3**. Bei dieser Ausführungsform sind das erste und das dritte MR-Bauteil **Ma1** und **Ma2** mit Phasen, die sich voneinander um 180° unterscheiden, in Reihe verbunden zwischen einer DC-Stromversorgung VDD und einer Erdung GND. Ähnlich sind das zweite und das vierte MR-Bauteil **Mb1** und **Mb2** mit Phasen, die sich voneinander um 180° unterscheiden in Reihe zwischen der Stromver-

sorgung VDD und der Erdung GND verbunden. Mit den vier MR-Bauteilen **Ma1**, **Mb1**, **Ma2** und **Mb2** ist eine Brückenschaltung **31a** strukturiert. Zwei Ausgangsanschlüsse A und B sind Ausgangsanschlüsse der Zwei-Phasen-Sinuswellensignale **INA** bzw. **INB**. [0051] Bei dieser Ausführungsform sind als eine Umschalterschaltung **34**, welche die Leistung der DC-Stromversorgung VDD zur Versetzungsdetektionsschaltung **30** zuführt, analoge Schaltvorrichtungen **Sa1**, **Sa2**, **Sb1** und **Sb2** an den Stromversorgungsanschlüssen und den Erdungsanschlüssen der MR-Bauteile angeordnet. Die Schaltvorrichtungen **Sa1**, **Sa2**, **Sb1** und **Sb2** sind selektiv bei vorbestimmten Intervallen mit einem ersten Takt CK1 eingeschaltet, der von einer Takterzeugungsschaltung **45** erzeugt wird und eine vorbestimmte Frequenz aufweist.

[0052] Die Signalverarbeitungsschaltung **4** weist ein Paar von Abtastwerthalteschaltungen **41a** und **41b** auf, ein Paar von Komparatoren **42a** und **42b** und ein Paar von D-Typ Flipflops **43a** und **43b**. Die Abtastwerthalteschaltungen **41a** und **41b** tasten die Zwei-Phasen-Sinuswellensignale **INA** und **INB**, welche von der Versetzungsdetektionsschaltung **30** empfangen wurden, ab und behalten sie.

[0053] Die Komparatoren **42a** und **42b** vergleichen diese abgetasteten Werte mit einer Referenzspannung VREF und geben binäre Daten DA bzw. DB aus. Die D-Typ Flipflops **43a** und **43b** empfangen die binären Daten DA und DB und geben Zwei-Phasen-Rechteckwellensignale OUTA bzw. OUTB aus. Die Abtastwerthalteschaltungen **41a** und **41b** weisen Umschaltvorrichtungen S3a und S3b auf und Kondensatoren Ca bzw. Cb. Die Umschaltvorrichtungen S3a und S3B werden für die Abtastoperationen verwendet und gesteuert mit einem ersten Takt CK1, der von dem Taktgenerator **45** empfangen wird. Die Kondensatoren Ca und Cb speichern die abgetasteten Werte.

[0054] Eine Vorspannungsschaltung **44** für die Komparatoren **42a** und **42b** ist verbunden mit der Stromversorgung VDD durch eine analoge Umschaltvorrichtung **S4**. Die analoge Schaltvorrichtung **S4** wird eingeschaltet/ausgeschaltet mit einem zweiten Takt CK2, der von dem Taktgenerator **45** empfangen wird. Der zweite Takt CK2 ist synchron mit dem ersten Takt CK1 und weist eine leichte Verzögerung dazu auf. Somit werden die Komparatoren **42a** und **42b** intermittierend aktiviert mit einer leichten Verzögerung von der Versetzungsdetektionsschaltung **30**. Die Flipflops **43a** und **43b** sind immer im Ein-Zustand. Daten werden von den Flipflops **43a** und **43b** mit dem zweiten Takt CK2 erhalten.

[0055] Als nächstes wird der Betrieb des magnetischen Codierers, der in einer solchen Weise strukturiert ist, im Folgenden beschrieben werden.

[0056] **Fig. 4** ist ein Zeitdiagramm, welches einen Abriss des Betriebs des magnetischen Codierers zeigt. Die Versetzungsdetektionsschaltung **30** gibt die Zwei-Phasen-Sinuswellensignale **INA** und **INB**

mit Phasen aus, die sich voneinander um 90° unterscheiden und deren Amplituden entsprechend der relativen Verschiebung der ersten und zweiten Elemente variieren. Tatsächlich werden die Zwei-Phasen-Sinuswellensignale **INA** und **INB** durch den ersten Takt CK1 zerhackt. Jedoch sind zur Vereinfachung die Zwei-Phasen-Sinuswellensignale **INA** und **INB** in **Fig. 4** kontinuierlich gezeigt. Die Zwei-Phasen-Sinuswellensignale **INA** und **INB** werden durch die Abtastwerthalteschaltungen **41a** und **41b** mit dem ersten Takt CK1 abgetastet. Die Abtastwerte werden mit der Referenzspannung VREF durch die Komparatoren **42a** und **42b** verglichen. Somit werden die binären Daten DA und DB, welche "H" werden in dem Fall, dass die abgetasteten Werte die Referenzspannung VREF übersteigen, aus den Zwei-Phasen-Sinuswellensignalen **INA** bzw. **INB** erhalten.

[0057] **Fig. 5** ist ein Zeitdiagramm, welches den Bereich der horizontalen Achse vergrößert (Zeitachse von welcher eine Periode dem Betrag einer Verschiebung von Schrittbreiten λ entspricht) im Verhältnis zu dem Sinuswellensignal **INA**. Während der erste Takt CK1 im "H"-Status ist, wird zur Versetzungsdetektionsschaltung **30** Leistung zugeführt. Das resultierende Sinuswellensignal **INA** wird abgetastet. Danach wird der erste Takt CK1 "L". Somit ist der abgetastete Wert **INAS** festgelegt. Als nächstes wird der zweite Takt CK2 "H". Nur während der zweite Takt CK2 in dem "H"-Zustand ist, wird die Vorspannungsschaltung **44** aktiviert, wodurch die Komparatoren **42a** und **42b** aktiviert werden. Somit vergleichen die Komparatoren **42a** und **42b** den abgetasteten Wert **INAS** mit der Referenzspannung VREF. Somit wird, wenn der abgetastete Wert **INAS** die Referenzspannung VREF übersteigt, der zweite Takt CK2 "H". Somit werden die binären Daten DA erhalten. Wenn der zweite Takt CK2 "L" wird, werden die binären Daten DA zu dem Flipflop **43a** zugeführt. Somit wird das Rechteckwellensignal OUTA erhalten. Diese Operation wird auch auf die Operation angewandt bei der das Rechteckwellensignal OUTB von dem Sinuswellensignal **INB** erhalten wird.

[0058] Die Perioden des ersten Taktes CK1 und des zweiten Taktes CK2 sollten ausreichend klein im Verhältnis zur relativen Geschwindigkeit sein (Skalengeschwindigkeit) zwischen dem ersten Element **1** und dem zweiten Element **2**. Mit anderen Worten ist die Skalengeschwindigkeit entsprechend den Perioden P des ersten Taktes CK1 und des zweiten Taktes CK2 beschränkt. Wenn der maximale Wert der Skalengeschwindigkeit mit v_{max} gekennzeichnet ist, sollte die Bedingung $v_{max} < (\lambda/2)/P$ erfüllt sein. Wenn die Bedingung erfüllt ist, kann eine Fehlerdetektion verhindert werden.

[0059] Bei dieser Ausführungsform werden, da die Komparatoren **42a** und **42b** intermittierend betrieben werden, Ausgangssignale davon manchmal instabil werden. Jedoch werden mit den Flipflops **43a** und **43b**, welche die binären Daten DA und DB behalten, die Zwei-Phasen-Rechteckwellensignale OUTA und

OUTB nicht instabil werden.

[0060] Gemäß der Ausführungsform, da die Versetzungsdetektionsschaltung **30** und die Komparatoren **42a** und **42b** intermittierend betrieben werden, wird der Stromverbrauch erniedrigt. In der Realität fließt unter der Annahme, dass der Widerstand von jedem MR-Bauteil $1,5 \text{ k}\Omega$ ist und die daran angelegte Spannung $1,5 \text{ V}$ ist, in dem herkömmlichen System, ein Strom von $1,5 \text{ V}/1,5 \text{ k}\Omega = 1000 \mu\text{A}$ in einer Versetzungsdetektionsschaltung als eine Brückenschaltung, die aus vier MR-Bauteilen gebildet ist. Unter der Annahme, dass der Stromverbrauch der Komparatoren $100 \mu\text{A}$ ist fließt ein Strom von $1100 \mu\text{A}$ insgesamt.

[0061] Andererseits ist unter der Annahme, dass die "H"-Periode des ersten Taktes CK1 $W1 = 10 \mu\text{s}$ ist, die "H"-Periode des zweiten Taktes CK2 $W2 = 1 \mu\text{s}$ ist, und die Perioden der Takte CK1 und CK2 sind, $P = 10 \mu\text{s}$, wobei das Verhältnis des Stromverbrauchs der Versetzungsdetektionsschaltung, die aus vier MR-Bauteilen gebildet ist, zu dem herkömmlichen System gleich dem relativen Einschaltverhältnis $W1/P = 1/1000$ ist. Ähnlich ist das Verhältnis des Stromverbrauchs der Komparatoren $W2/P = 1/10.000$. Wenn dieselbe Taktquelle wie der Systemtakt des Zählers **5** verwendet wird, kann die Takterzeugungsschaltung **45** durch nur eine einfache digitale Schaltung erhalten werden. Somit kann ein solcher Stromverbrauch ignoriert werden. Zusätzlich ist der Stromverbrauch der analogen Umschaltvorrichtungen im Vergleich mit dem der MR-Bauteile vernachlässigbar. Somit ist es gemäß der Ausführungsform klar, dass der Stromverbrauch deutlich reduziert werden kann.

[0062] Folglich kann gemäß der vorliegenden Erfindung eine Handwerkzeuglängenmessvorrichtung, die mit einer Batterie für eine lange Zeit betrieben werden kann, erhalten werden. Zusätzlich kann eine Wärmeerzeugung auf Grund des Stromverbrauchs der MR-Bauteile und der Detektionsschaltung unterdrückt werden. Somit ist sie geeignet, die Verschiebung eines Gegenstands zu messen, der Temperaturempfindlich ist. Darüber hinaus driften die MR-Bauteile und die Versetzungsdetektionsschaltung weniger, da ihre Wärmeerzeugungen klein sind. Somit kann die Verschiebung eines Gegenstandes gemessen werden, ohne die Notwendigkeit, zu warten, bis die Temperatur stabil wird, nachdem die Stromversorgung des Gerätes eingeschaltet wurde. Darüber hinaus kann die Verschiebung eines Gegenstandes für eine lange Zeit genau gemessen werden. Darüber hinaus, da der gesamte Strom, der in den MR-Bauteilen fließt, abnimmt, kann der korrosive Widerstand davon verbessert werden.

[0063] In der in **Fig. 3** gezeigten Ausführungsform sind analoge Schalter an den Stromversorgungsseitigen Anschlüssen und den Erdungsseitigen Anschlüssen der MR-Bauteile angeordnet. Wenn der ON-Widerstand der analogen Schaltvorrichtungen nicht ignoriert werden kann, wobei Resistoren, die

den selben ON-Widerstand sowohl auf der Stromversorgungsseite als auch auf der Erdungsseite aufweisen, kann der Einfluss des ON-Widerstandes aufgehoben werden. Wenn der ON-Widerstand der analogen Schaltvorrichtungen ignoriert werden kann, können die analogen Schaltvorrichtungen entweder auf der Stromversorgungsseite oder auf der Erdungsseite angeordnet sein.

[0064] **Fig. 6A bis 6C** zeigen weitere Beispiele der Struktur der Umschalterschaltung **34**, welche die zur Versetzungsdetektionsschaltung **30** gelieferte Leistung an/abschaltet. In **Fig. 6A** sind analoge Schaltvorrichtungen **S1** und **S2** auf der Stromversorgungsseite angeordnet bzw. auf der Erdungsseite der Brückenschaltung **31a**. Wenn analoge Schaltvorrichtungen mit niedrigem ON-Widerstand verwendet werden, ist die in **Fig. 6A** gezeigte Struktur effektiv. Andererseits kann, wie in den **Fig. 6B** und **6C** gezeigt, eine der analogen Schaltvorrichtungen **S1** und **S2**, die in **Fig. 6A** gezeigt sind, weggelassen werden.

[0065] **Fig. 7** zeigt die Struktur einer Signalverarbeitungsschaltung **4** gemäß einer anderen Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Bei dieser Ausführungsform sind Vorverstärker **71a** und **71b** in einer Ausgangsstufe einer Versetzungsdetektionsschaltung **30** angeordnet (nämlich in den jeweiligen Eingangsstufen der Abtastwerthaltungsschaltungen **41a** und **41b**). Die Vorverstärker **71a** und **71b** werden intermittierend aktiviert durch eine Vorspannungsschaltung **72**, die durch eine analoge Umschaltvorrichtung **S7** betrieben wird, die mit einem ersten Takt CK1 eingeschaltet wird. Die Vorverstärker **71a** und **71b**, die intermittierend betrieben werden, funktionieren als Abtastschaltungen. Der intermittierende Betrieb der Vorverstärker **71a** und **71b** unterdrückt das Anwachsen des Stromverbrauchs dieser.

[0066] In dem Fall, dass die Vorverstärker **71a** und **71b** auf der Ausgangsanschlussseite der Abtastwerthaltungsschaltungen **41a** und **41b** angeordnet sind, kann, wenn die Vorverstärker **71a** und **71b** intermittierend betrieben werden, der Stromverbrauch unterdrückt werden.

[0067] Bei dem Zwei-Phasen-Rechteckwellenerzeugungssystem, welches nur Komparatoren gemäß der oben beschriebenen Ausführungsform verwendet, ist die Anzahl von Interpolationen vier. Um eine höhere Auflösung zu erreichen ist eine spezielle Interpolationsschaltung an Stelle der Komparatoren erforderlich. **Fig. 8** ist ein Schaltungsdiagramm, welches eine Struktur zeigt, die eine Interpolationsschaltung **81** aufweist gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Verschiedene Interpolationssysteme sind bekannt. Als ein typisches Beispiel ist ein Resistorteilungsverfahren bekannt. In diesem Fall weist die Interpolationsschaltung **81** ein Resistorfeld auf, eine Mehrzahl von Operationsverstärkern, einen Komparator und eine logische Schaltung. Wie bei den Komparatoren **42a** und **42b** der oben beschriebenen Ausführungsform, weisen bei der in **Fig. 8** gezeigten Ausführungsform zumindest

die Operationsverstärker und der Komparator der Interpolationsschaltung **81** eine Vorspannungsschaltung **82** auf, die durch eine analoge Umschaltvorrichtung **S8** aktiviert wird, die mit einem zweiten Takt CK2 angeschaltet wird. Somit kann der Stromverbrauch der Interpolationsschaltung **81** unterdrückt werden.

[0068] Das System, das die Interpolationsschaltung **81** aufweist, kann auf die Struktur angewandt werden, welche die Verstärker **71a** und **71b** aufweist, wie in der in **Fig. 7** gezeigten Ausführungsform.

[0069] In der oben beschriebenen Ausführungsform, die in **Fig. 3** gezeigt ist, ist die Versetzungsdetektionsschaltung **30** als eine Brückenschaltung **31a** aus vier MR-Bauteilen konstruiert. Jedoch kann die Versetzungsdetektionsschaltung **30** ohne die Notwendigkeit die Brückenschaltung zu verwenden strukturiert werden. **Fig. 9** zeigt die Struktur der Versetzungsdetektionsschaltung **30** gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Versetzungsdetektionsschaltung **30** weist eine Abtastschaltung **31b** auf, von der vier magneto-resistive Vorrichtungen **Ma1** bis **Mb2** mit einer DC-Stromversorgung verbunden sind durch jeweilige Stromquellen **la1** bis **lb2**. Verbindungsknoten der magneto-resistiven Vorrichtungen **Ma1** bis **Mb2** und der Stromquellen **la1** bis **lb2** sind Ausgangsanschlüsse. Ausgangsanschlüsse der Abtastschaltung **31b** sind mit zwei differenziellen Verstärkungsschaltungen **32a** und **32b** verbunden, um Differenzen von Ausgangssignalen zu erhalten mit Phasen, die sich voneinander um 180° unterscheiden. Mit anderen Worten detektiert und verstärkt die differenzielle Verstärkungsschaltung **32a** die Differenz der Ausgangssignale der MR-Bauteile **Ma1** und **Ma2** mit Phasen 0° und 180°. Die andere differenzielle Verstärkungsschaltung **32b** detektiert und verstärkt die Differenz der Ausgangssignale der MR-Bauteile **Mb1** und **Mb2** mit Phasen 90° und 270°. Wie bei der oben beschriebenen Ausführungsform, die in **Fig. 3** gezeigt ist, werden die MR-Bauteile **Ma1** bis **Mb2** intermittierend angetrieben durch eine gemeinsame analoge Umschaltvorrichtung **S1** (oder getrennte Schalter). Bei der in **Fig. 9** gezeigten Ausführungsform ist eine Vorspannungsschaltung **33**, die eine analoge Umschaltvorrichtung **S32** aufweist, angetrieben mit dem ersten Takt CK1, angeordnet, um intermittierend die zwei differenziellen Verstärkungsschaltungen **32a** und **32b** zu aktivieren.

[0070] **Fig. 10** ist ein Blockdiagramm, welches die Struktur gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. In **Fig. 10**, da eine Detektionsschaltung **30** intermittierend mit einem ersten Takt CK1 angetrieben ist, dient die Detektionsschaltung **30** als eine Abtastschaltung. Somit werden bei dieser Ausführungsform, ohne Abtastwerthaltungsschaltungen vorzusehen, Zwei-Phasen-Sinuswellensignale **INA** und **INB**, die von der Detektionsschaltung **30** empfangen werden, direkt zu den Komparatoren **42a** bzw. **42b** zugeführt. Ein Schalter **S4** einer Vorspannungsschaltung **44**, der intermittierend die Kompara-

toren **42a** und **42b** aktiviert, wird mit dem ersten Takt CK1 angetrieben. Wie bei der oben beschriebenen Ausführungsform, die in **Fig. 3** gezeigt ist, werden Ausgangssignale DA und DB der Komparatoren **42a** und **42b** zu Flipflops zugeführt.

[0071] **Fig. 11** zeigt Wellenformen von Signalen in der Ausführungsform, die in **Fig. 10** gezeigt ist, gemäß der Ausführungsform von **Fig. 10**.

[0072] Gemäß der Ausführungsform, die in **Fig. 10** gezeigt ist, da eher ein Takt als zwei Takte verwendet werden, ohne die Notwendigkeit eine Abtastwerthaltungsschaltung zu verwenden, kann die Signalverarbeitungsschaltung einfach strukturiert sein.

[0073] **Fig. 12** ist ein schematisches Diagramm, welches die Struktur eines magnetischen Codierers als einen linearen Codierer gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt. Bei dieser Ausführungsform ist ein zweites Element **2** aus einem Isolationssubstrat **201** gebildet. Das Isolationssubstrat **201** ist ein vielschichtiges keramisches Substrat, das beispielsweise mit dem Green Sheet Verfahren hergestellt ist. Wie mit einer Schnittansicht in **Fig. 13** gezeigt ist, sind die inneren Verdrahtungsleitungen **210** und Anschlussleitungen **202** gebildet. Ein konkaver Abschnitt **203** ist auf dem Isolationssubstrat **201** gegenüberliegend einem ersten Element **1** gebildet. Ein IC-Chip **204**, welcher eine Signalverarbeitungsschaltung beinhaltet, und ein weiteres Teil **206** sind in dem konkaven Abschnitt **203** angeordnet. Wie später beschrieben werden wird, werden MR-Bauteile **205** auf der vorderen Oberfläche des IC-Chips **204** unter Ausbildung eines Musters hergestellt. Ein Anschlusspad ist mit den Verdrahtungsleitungen **210** auf dem Substrat beispielsweise mit Verknüpfungsdrähten **212** verbunden. Der konkave Abschnitt **203**, der den IC-Chip **204** aufweist, ist mit einem Harz **213** versiegelt, sodass die Höhe des konkaven Abschnitts **203** dieselbe wird wie die Höhe des peripheren Abschnitts des Substrats **201**.

[0074] **Fig. 14** ist eine Schnittansicht, welche die Struktur von Hauptabschnitten des IC-Chips **204** zeigt. Der IC-Chip **204** weist ein Siliziumsubstrat **300** und MOS-Transistoren **301** usw. auf, die integral darauf gebildet sind. Die Oberfläche des IC-Chips **204** ist mit einer Isolationsschicht **302** überdeckt, die aus einem Siliziumoxidfilm gebildet ist. Die Isolationsschicht **302** ist vorzugsweise durch eine Abflachungstechnologie abgeflacht. Eine Mehrzahl von MR-Bauteilen (**Ma1**, **Ma2**, **Mb1** und **Mb2**) **205** gegenüberliegend dem ersten Element **1** sind als ein Feld auf der Isolationsschicht **302** angeordnet. Die MR-Bauteile **205** werden gebildet durch Herstellung unter Ausbildung eines Musters eines magneto-resistiven Dünnsfilms, wie beispielsweise Permalloy mit einem Sputterverfahren.

[0075] Der magneto-resistive Dünnsfilm des MR-Bauteils **205** sollte bei einer Temperatur von mehreren hundert °C auf das Substrat gesputtert werden. Somit, nachdem Metallverdrahtungsleitun-

gen, die z. B. aus A1 zusammengesetzt sind, als der IC-Chip **204** gebildet sind, wird nicht bevorzugt den magneto-resistiven Dünnsfilm zu sputtern. Daher werden gemäß der Ausführungsform, die in **Fig. 14** gezeigt ist, nachdem die MR-Bauteile **205** unter Ausbildung eines Musters hergestellt sind, auf der Isolationsschicht **34** Metallverdrahtungsleitungen **304** gebildet, die Bauteile auf dem IC-Chip **204** verbinden. In der Realität, nachdem die MR-Bauteile **205** gebildet sind und dann ein Schutzfilm **303**, der die MR-Bauteile **205** schützt, gebildet ist, werden Kontaktlöcher gebildet durch ein Lithographieverfahren, wodurch die Metallverdrahtungsleitungen **305** ausgebildet werden. Die Metallverdrahtungsleitungen **305** werden verwendet, um die MR-Bauteile **205** gegenseitig zu verbinden und die MR-Bauteile **205** und Bauteile auf dem IC-Chip **204** zu verbinden zusammen mit gegenseitig verbindenden Baugruppen des IC-Chips **204**.

[0076] **Fig. 15** ist ein schematisches Diagramm, welches eine äquivalente Schaltung eines magnetischen Codierers gemäß der Ausführungsform zeigt, die in **Fig. 12** gezeigt ist. In dieser Ausführungsform beinhaltet der IC-Chip **204** eine Signalverstärkungsschaltung **501**, eine Interpolationsschaltung **502**, einen Zähler **503** und eine arithmetische Operationsschaltung **504**. In der Realität, wie es später beschrieben wird, sind eine Mehrzahl von Sätzen von Vier-Phasen-MR-Bauteilen **205** auf dem IC-Chip **204** angeordnet. Zur Vereinfachung zeigt **Fig. 15** eine Versetzungsdetektionsschaltung **30**, die gebildet ist aus einer Brückenschaltung aus vier MR-Bauteilen **Ma1**, **Ma2**, **Mb1** und **Mb2**. Wie bei der Ausführungsform, die in **Fig. 3** gezeigt ist, beschrieben wurde, weisen die vier MR-Bauteile vier Phasen 0° , 90° , 180° und 270° auf entsprechend den magnetisierenden Schrittweiten λ des ersten Elementes **1**. Somit werden an zwei Brückenausgangsanschlüssen zwei Sinuswellensignale **INA** und **INB** mit Phasen erhalten, die sich voneinander um 90° unterscheiden. Anders als bei der in **Fig. 3** gezeigten Ausführungsform wird bei der in **Fig. 15** gezeigten Ausführungsform eine Versetzungsdetektionsschaltung **30** nicht intermittierend angetrieben. Jedoch kann die Versetzungsdetektionsschaltung **30** intermittierend angetrieben werden. Dies gilt für jede Schaltung des IC-Chips **204**.

[0077] Wie in **Fig. 15** gezeigt ist, weist das gesamte System des Weiteren eine Anzeige **50** auf, eine Stromversorgung und verschiedene Schalter **506**. Die Anzeige **50** zeigt eine Versetzungsausgabe an. Die **Fig. 15** zeigt ein Beispiel der Struktur des IC-Chips **204**. Mit anderen Worten kann der IC-Chip **505** nur die Verstärkungsschaltung **501** beinhalten.

[0078] Als nächstes wird ein Feld von MR-Bauteilen **205** beschrieben werden. MR-Bauteile sollten so angeordnet sein, dass deren Schrittbreite λ eingestellt ist, um die folgende Gleichung zu erfüllen:

$$P = (2N + 1) \lambda / 4 \text{ (wobei } N = 0, 1, 2, \dots)$$

m Sätze ($m \geq 2$) von vier MR-Bauteilen mit vier Phasen, die sich voneinander um jeweils 90° unterschei-

den ($= \lambda/4$) werden angeordnet.

[0079] **Fig. 16** zeigt die Beziehung relativer Phasen des Feldes der MR-Bauteile **205** auf dem zweiten Element **2** und dem ersten Element **1** in dem Fall von $N = 0$. MR-Bauteile **Ma1**, **Ma2**, ..., Mam mit einer Phase von 0° von jedem Satz sind verbunden als ein magnetisches Detektionsbauteil A als ein Brückenelement auf der Spannungsversorgungsseite VDD, wie es in **Fig. 17** gezeigt ist. Ähnlich sind MR-Bauteile **Mc1**, **Mc2**, ..., Mcm mit einer Phase von 180° in Reihe als ein magnetisches Detektionsbauteil C verbunden, das ein Brückenelement auf der Erdungs-VSS-Seite ist. Ähnlich sind MR-Bauteile **Mb1**, **Mb2**, ..., Mbm mit einer Phase von 90° in Reihe verbunden als ein magnetisches Detektionsbauteil B. MR-Bauteile **Md1**, **Md2**, ..., Mdm mit einer Phase von 270° sind in Reihe verbunden als ein magnetisches Detektionsbauteil D. Diese Detektionsbauteile A bis D sind verbunden zwischen der Stromversorgung VDD und der Erdung VSS, wobei eine Brücke gebildet wird.

[0080] In der Realität, unter der Annahme, dass $\lambda = 400 \mu\text{m}$ ist und die Zahl von Sätzen von MR-Bauteilfeldern $m = 5$ bis 6 ist, beträgt die Länge des Bereichs der MR-Bauteilfelder 2 bis 3 mm . Somit sollte der IC-Chip **204** in solch einem Bereich so strukturiert sein, dass er die MR-Bauteilfelder abdeckt.

[0081] **Fig. 16** zeigt den Fall von $N = 0$. **Fig. 18** zeigt die Beziehung zwischen den Magnetisierungs-Schrittbreiten λ und der Anordnung von MR-Bauteilen in dem Fall von $N = 1$ und 2 . Mit anderen Worten sind in dem Fall von $N = 1$, die MR-Bauteilschrittbreiten $3 \lambda/4$. In dem Fall von $N = 2$, sind die MR-Bauteilschrittbreiten $5 \lambda/4$. Wie aus **Fig. 16** klar ist, sind in dem Fall, dass die Magnetisierungs-Schrittbreiten λ klein sind, wenn N erhöht wird, die präzisen Bedingungen für ein maschinelles Herstellen der MR-Bauteile erleichtert.

[0082] Wie oben beschrieben wird, da MR-Bauteile mit der selben Phase der m-Sätze von MR-Bauteilfeldern in Reihe verbunden sind, die Impedanz jedes Brückenelementes hoch. Somit, wenn die Spannung der Stromversorgung konstant ist, ist der Strom erniedrigt. Folglich ist der Leistungsverbrauch reduziert. Wenn die MR-Bauteile abweichen, weichen die Magnetisierungs-Schrittbreiten des ersten Elementes **1** ab, oder die Intensität der Magnetisierung weicht ab; sie sind ausgeglichen. Somit ist es nicht notwendig Einstellungen in der Signalverarbeitungsstufe auszuführen. Zusätzlich ist es nicht notwendig einen Widerstand durch ein Feinabstimmverfahren einzustellen. Darüber hinaus können Einflüsse einer Verschlechterung der Intensität der Magnetisierung, eine Beschädigung der Muster von MR-Bauteilen, und eine Kontaminierung durch Eisenpulver gelindert werden. Somit können stabile Eigenschaften erhalten werden.

[0083] In **Fig. 14** sind die Metallverdrahtungsleitungen **305**, welche den MOS-Transistor **301** verbinden, der ein Bauteil auf dem IC-Chip **204** ist, und ein

MR-Bauteil **Ma1** gezeigt. Jedoch wenn die MR-Bauteilfelder strukturiert sind, wie in **Fig. 16** gezeigt ist, sollten die MR-Bauteile gegenseitig verbunden sein. **Fig. 19A** bis **19C** zeigen ein Beispiel der Struktur der Verdrahtungsverbindungen der MR-Bauteilfelder, die in **Fig. 16** gezeigt sind. **Fig. 19A** ist eine Draufsicht, welche die MR-Bauteilfelder zeigt. **Fig. 19B** ist eine Schnittansicht, die längs der Linie I-I' von **Fig. 19A** genommen wurde. **Fig. 19C** ist eine Schnittansicht, die längs der Linie II-II' von **Fig. 19A** genommen wurde. Bei diesem Beispiel sind, wobei die Metallverdrahtungsleitungen **305**, die in **Fig. 14** gezeigt sind und Metallverdrahtungsleitungen **304** auf der selben Schicht sind, MR-Bauteile mit derselben Phase der MR-Bauteilfelder, die in **Fig. 16** gezeigt sind, verbunden. Die Metallverdrahtungsleitungen **305** sind mit einem Schutzfilm **306** beschichtet.

[0084] Da die Metallverdrahtungsleitungen **305** gleichermaßen die MR-Bauteile **205** gegenüber dem ersten Element **1** durchqueren, beeinflussen die Metallverdrahtungsleitungen **305** die Detektion der Änderung der Magnetisierung nicht nachteilig.

[0085] **Fig. 20** ist ein schematisches Diagramm, welches eine zweischichtige Verdrahtungsstruktur von Verdrahtungsleitungen von MR-Bauteilen **205** zeigt. Mit horizontalen Verdrahtungsleitungen **305a** auf einer ersten Schicht (gekennzeichnet durch gestrichelte Linien) und vertikalen Verdrahtungsleitungen **305b**, welche die Verdrahtungsleitungen **305a** und MR-Bauteile **205** auf einer zweiten Schicht verbinden (bezeichnet durch durchgehende Linien) sind MR-Bauteile **205** mit derselben Phase in Reihe verbunden. Obwohl der Verdrahtungsprozess kompliziert wird, können die MR-Bauteile gegenseitig verbunden sein ohne die Notwendigkeit die Verdrahtungsleitungen auf den MR-Bauteilen **205** zu queren. [0086] Alternativ können die vertikalen Verdrahtungsleitungen **305** mit einem magneto-resistiven Film hergestellt sein, der dasselbe Material ist, wie die MR-Bauteile **205** als eine erste Schicht zusammen mit den MR-Bauteilen **205**. In diesem Fall werden die horizontalen Verdrahtungsleitungen **305a**, die durch gestrichelte Linien gekennzeichnet sind, als eine zweite Schicht gebildet. In diesem Fall wird, da zwei Verdrahtungsschichten anders als bei den MR-Bauteilen nicht erforderlich sind, der Verdrahtungsprozess einfach. Selbst, falls die vertikalen Verdrahtungsleitungen aus dem selben Film gebildet sind, wie die MR-Bauteile, wenn die Längen der vertikalen Verdrahtungsleitungen **305b** dieselben sind, wie in **Fig. 20** gezeigt ist, beeinflussen sie nicht die Detektion der Änderung des magnetischen Feldes.

[0087] **Fig. 20** zeigt nur serielle Verdrahtungsverbindungen der MR-Bauteile, wie bei der in **Fig. 19** gezeigten Struktur. Jedoch sind in der Realität, wie in **Fig. 17** beschrieben, Verdrahtungsleitungen von Brückenschaltungen von vier Detektionsbauteilen A, B, C und D notwendig wovon die MR-Bauteile in Reihe verbunden sind.

[0088] Die Montagestruktur des IC-Chips **204** kann

auf verschiedene Weisen modifiziert werden. **Fig. 21A** und **21B** sind perspektivische Ansichten, die ein FPC-Substrat **401** zeigen, das als ein zweites Element **2** verwendet wird. **Fig. 21A** zeigt eine Oberfläche gegenüberliegend einem ersten Element (nicht gezeigt). **Fig. 21B** zeigt die rückseitige Oberfläche von **Fig. 21A**. Ein IC-Chip **204** auf dem die MR-Bauteile **205** integral angeordnet sind, ist auf der rückseitigen Oberfläche eines FPC-Substrates **401** angeordnet, bei dem Verdrahtungsleitungen **402** und Eingangs/Ausgangsanschlüsse **403** auf der vorderen Oberfläche desselben gedruckt sind.

[0089] Somit sind der IC-Chip **204** und die MR-Bauteile **205** gegenüberliegend dem ersten Element angeordnet durch das FPC 401-Substrat. Folglich können die Schaltbauteile effektiv vor einer Kontamination usw. geschützt sein.

[0090] Die Montagestruktur, die in **Fig. 21** gezeigt ist, kann mit einem TAB-Substrat sowie auch mit einem FPC-Substrat erhalten werden. Zusätzlich kann diese Struktur ebenso mit einem Glasepoxysubstrat, einem Glassubstrat, einem Keramiksubstrat oder dergleichen erhalten werden.

[0091] **Fig. 22** ist eine Schnittansicht, die eine Struktur ähnlich der gemäß der in **Fig. 12** gezeigten Ausführungsform zeigt. Die Struktur, die in **Fig. 22** gezeigt ist, wird erhalten mit einem Isolationssubstrat **201**, das keinen konkaven Abschnitt aufweist. In diesem Fall wird ein Harz **213**, das einen IC-Chip **204** versiegelt in einer konvexen Form gebildet.

[0092] In den oben beschriebenen Ausführungsformen ist ein MR-Bauteilfeld integral auf einem IC-Chip gebildet. Jedoch ist die vorliegende Erfindung nicht auf eine solche Struktur beschränkt. Stattdessen wird die vorliegende Erfindung auf eine Struktur angewandt aus welcher ein MR-Bauteilfeld auf einem Isolationssubstrat gebildet ist als ein zweites Element unabhängig von einer Signalverarbeitungsschaltung. **Fig. 23A** und **23B** zeigen ein Beispiel einer derartigen Struktur. **Fig. 23A** ist eine Draufsicht, welche die Struktur zeigt. **Fig. 23B** ist eine Schnittansicht, die längs der Linie III-III' von **Fig. 23A** aufgenommen wurde. Bei dieser Ausführungsform sind MR-Bauteile **205** auf einem Isolationssubstrat **201** gebildet, das Durchgangsöffnungen **402** aufweist. Das Isolationssubstrat **201** ist aus Keramik oder dergleichen gebildet. Verdrahtungsleitungen **401**, welche die MR-Bauteile **205** in Reihe verbinden, sind auf der Rückoberfläche des Isolationssubstrats **201** gebildet. Ein IC-Chip (nicht gezeigt) ist auf der Rückoberfläche des Isolationssubstrates **201** als eine Oberfläche gegenüberliegend dem ersten Element **1** angeordnet.

[0093] Bei den oben beschriebenen Ausführungsformen wurde eine Detektionsschaltung von welcher vier-Phasen MR-Bauteile in Reihe verbunden sind, als eine Brückenschaltung verbunden sind, beschrieben. Jedoch kann die vorliegende Erfindung ebenso effizient auf ein anderes Detektionssystem angewandt werden, bei welchem die Differenz von Ausgangssignalen von MR-Bauteilen mit Phasen, die

sich voneinander um 180° unterscheiden, ist.

[0094] Obwohl die vorliegende Erfindung mit Bezug zu den Ausführungsformen der besten Art gezeigt und beschrieben wurde, sollte für Fachleute verständlich sein, dass die vorgehenden und verschiedene andere Änderungen, Weglassungen und Hinzufügungen in der Form und in Einzelheiten davon vorgenommen werden können daran, ohne den Umfang der vorliegenden Erfindung zu verlassen, wie er durch die angefügten Ansprüche definiert ist.

Patentansprüche

1. Magnetischer Codierer, aufweisend:
 ein erstes Element (**1**) mit N-Pol-Abschnitten und S-Pol-Abschnitten, die abwechselnd mit einer vorbestimmten Schrittbreite angeordnet sind;
 ein zweites Element (**2**), das gegenüberliegend dem ersten Element (**1**) angeordnet ist, um relativ zu dem ersten Element (**1**) bewegbar zu sein; und zumindest vier magneto-resistive Vorrichtungen (**Ma1**, **Mb1**, **Ma2**, **Mb2**), die so auf dem zweiten Element (**2**) angeordnet sind, dass sie Signale ausgeben mit Phasen, die sich jeweils um 90° entsprechend der Schrittbreite der magnetischen Pole des ersten Elementes (**1**) unterscheiden;
 eine Versetzungsdetektionsschaltung (**30**), um die Differenz zwischen Ausgangssignalen zu erhalten mit Phasen, die sich um 180° unterscheiden, jeweils ausgegeben von den magneto-resistiven Vorrichtungen, um zwei Sinuswellensignale auszugeben mit Phasen, die sich jeweils um 90° unterscheiden, wobei die Amplituden der zwei Sinuswellensignale variiert werden entsprechend der relativen Bewegung des ersten Elementes (**1**) und des zweiten Elementes (**2**), wobei die Versetzungsdetektionsschaltung (**30**) durch eine Gleichstrom-(DC)-Stromversorgung (VDD) getrieben wird;
 eine Signalverarbeitungsschaltung (**4**) zum Erzeugen zweier Rechteckwellensignale basierend auf den zwei Sinuswellensignalen, die durch die Versetzungsdetektionsschaltung (**30**) erhalten werden;
 einen Zähler (**5**) zum Zählen der zwei Rechteckwellensignale, die durch die Signalverarbeitungsschaltung (**4**) erhalten werden, um die relative Position des ersten Elementes (**1**) und des zweiten Elementes (**2**) zu erhalten; und
 eine Umschalterschaltung (**34**) für ein intermittierendes Einschalten/Ausschalten des Ausgangs der Gleichstrom-(DC)-Stromversorgung (VDD) zur Versetzungsdetektionsschaltung (**30**) entsprechend einem ersten Takt (CK1), der eine vorbestimmte Frequenz aufweist.

2. Magnetischer Codierer nach Anspruch 1, wobei die Versetzungsdetektionsschaltung (**30**) eine Brückenschaltung (**31a**) ist, bei welcher zwei entsprechende Vorrichtungen von zumindest 4 magneto-resistiven Vorrichtungen (**Ma1**, **Mb1**, **Ma2**, **Mb2**) in Serie verbunden sind mit Phasen, die sich um 180°

unterscheiden.

3. Magnetischer Codierer nach Anspruch 1, wobei die Versetzungsdetektionsschaltung (30) aufweist:

eine Abtastschaltung (31b), in welcher zumindest vier magneto-resistive Vorrichtungen (Ma1, Mb1, Ma2, Mb2) mit der Gleichstrom-(DC)-Stromversorgung (VDD) verbunden sind durch jeweilige Stromquellen (Ia1, Ia2, Ib1, Ib2), wobei die Abtastschaltung (31b) Ausgangsanschlüsse aufweist, die Verbindungsknoten sind zwischen den magneto-resistiven Vorrichtungen und den Stromquellen (Ia1, Ia2, Ib1, Ib2), und zwei Differenzialschaltungen, um die Differenz von Ausgangssignalen zu erhalten, die an den Ausgangsanschlüssen der Abtastschaltung (31b) erhalten werden, mit Phasen, die sich um 180° unterscheiden.

4. Magnetischer Codierer nach Anspruch 1, wobei die Signalverarbeitungsschaltung (4) aufweist:

ein Paar von Abtastwerthalteschaltungen (41a, 41b) zum Abtasten und Halten der Zwei-Phasen-Sinuswellensignale, die von der Versetzungsdetektionsschaltung (30) erhalten werden durch den ersten Takt (CK1); ein Paar von Komparatoren (42a, 42b), die intermittierend durch einen zweiten Takt (CK2) aktiviert werden mit einer Phase, die von der Phase des ersten Taktes (CK1) verzögert ist, um Ausgangssignale der Abtastwerthalteschaltungen (41a, 41b) zu vergleichen mit einer konstanten Referenzspannung, um binäre Daten zu erhalten; und ein Paar von Flip Flops (43a, 43b), um die binären Daten von den Komparatoren (42a, 42b) zu erhalten, um die Zwei-Phasen-Rechteckwellensignale auszugeben.

5. Magnetischer Codierer nach Anspruch 1, wobei die Signalverarbeitungsschaltung (4) aufweist:

ein Paar von Abtastwerthalteschaltungen (41a, 41b) zum Abtasten und Halten der Zwei-Phasen-Sinuswellensignale, die von der Versetzungsdetektionsschaltung (30) erhalten werden durch den ersten Takt (CK1); und eine Interpolierschaltung (81) zum Interpolieren von Ausgangssignalen der Abtastwerthalteschaltung (41a, 41b), um die Zwei-Phasen-Rechteckwellensignale zu erhalten, wobei die Interpolierschaltung (81) intermittierend durch einen zweiten Takt (CK2) aktiviert wird mit einer Phase, die von der Phase des ersten Taktes (CK1) verzögert ist.

6. Magnetischer Codierer nach Anspruch 4 oder 5, wobei jede der Abtastwerthalteschaltungen (41a, 41b) eine Verstärkerschaltung (71a, 71b) aufweist, die angeordnet ist an einem von einem Eingangsanschluss und einem Ausgangsanschluss derselben, wobei die Verstärkerschaltung (71a, 71b) durch den ersten Takt (CK1) aktiviert wird.

7. Magnetischer Codierer nach Anspruch 1, wobei die Signalverarbeitungsschaltung (4) aufweist: ein Paar von Komparatoren (42a, 42b) zum Vergleichen der Zwei-Phasen-Sinuswellensignale, die von der Versetzungsdetektionsschaltung (30) empfangen werden mit einer vorbestimmten Referenzspannung, um binäre Daten zu erhalten, wobei die Komparatoren (42a, 42b) intermittierend mit dem ersten Takt (CK1) aktiviert werden; und ein Paar von Flip Flops (43a, 43b) zum Empfangen der binären Daten von den Komparatoren (42a, 42b), um die Zwei-Phasen-Rechteckwellensignale auszugeben.

8. Magnetischer Codierer nach Anspruch 1, wobei die Signalverarbeitungsschaltung (4), der Zähler (5) und die Umschalterschaltung (34) auf dem zweiten Element (2) angeordnet sind, und wobei das zweite Element (2) eine Anzeige (6) aufweist, welche Ausgabedaten des Zählers (5) anzeigt.

9. Magnetischer Codierer nach Anspruch 1, wobei eine Mehrzahl von Sets, von welchen jedes aus zumindest vier magneto-resistiven Vorrichtungen (Ma1, Mb1, Ma2, Mb2; 205) gebildet wird, sie angeordnet sind, um Signale auszugeben mit Phasen, die sich jeweils um 90° unterscheiden, vorgesehen sind, und wobei die magneto-resistiven Vorrichtungen (Ma1, Mb1, Ma2, Mb2; 205) mit derselben Phase in den Sets in Reihe verbunden sind als magnetische Detektionsvorrichtungen (A, B).

10. Magnetischer Codierer nach Anspruch 9, wobei die Schrittbreite (P) der magneto-resistiven Vorrichtungen (Ma1, Mb1, Ma2, Mb2; 205) auf dem zweiten Element (2) dargestellt ist durch $P = (2N + 1) \lambda / 4$ ($N = 0, 1, 2, \dots$), wobei λ die Magnetisier-Schrittbreite des ersten Elementes (1) ist.

11. Magnetischer Codierer nach Anspruch 9, wobei die Vier-Phasen-magneto-resistiven Vorrichtungen (Ma1, Mb1, Ma2, Mb2; 205) Brückenschaltungen (31a) bilden, deren magneto-resistive Vorrichtungen (Ma1, Mb1, Ma2, Mb2; 205) mit Phasen, die sich um 180° unterscheiden, in Reihe verbunden sind.

12. Magnetischer Codierer nach Anspruch 9, wobei die Signalverarbeitungsschaltung (4) in einem IC-Chip (204) angeordnet ist, der auf dem zweiten Element (2) angeordnet ist, und wobei die magneto-resistiven Vorrichtungen (Ma1, Mb1, Ma2, Mb2; 205) gebildet werden durch Versehen eines magneto-resistiven Dünnsfilms mit einem Muster, der auf einem Isolierfilm gebildet ist, der dem IC-Chip (204) beschichtet.

13. Magnetischer Codierer nach Anspruch 12, wobei das zweite Element (2) ein Isoliersubstrat (201) ist, auf dem Verdrahtungsleitungen (210) und Führungsanschlüsse (202) gebildet sind, wobei der

IC-Chip (**204**) in einem konkaven Abschnitt (**203**) auf einer ersten Oberfläche des Isoliersubstrates (**201**) angeordnet ist, wobei die erste Oberfläche zum ersten Element (**1**) gegenüberliegend ist, wobei der Abschnitt, auf dem der IC-Chip (**204**) angeordnet ist mit einem Harz (**213**) versiegelt ist, in einer Weise, dass die Höhe des Abschnittes dieselbe ist, wie die Höhe des peripheren Abschnittes des Isoliersubstrates (**201**).

14. Magnetischer Codierer nach Anspruch 12, wobei das zweite Element (**2**) ein Substrat (**300**) ist, das eine erste Oberfläche und eine zweite Oberfläche aufweist, wobei die erste Oberfläche dem ersten Element (**1**) gegenüberliegend ist, die zweite Oberfläche Verdrahtungsleitungen aufweist und Eingangs-/Ausgangsanschlüsse, wobei der IC-Chip (**204**) auf der zweiten Oberfläche angeordnet ist.

Es folgen 11 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

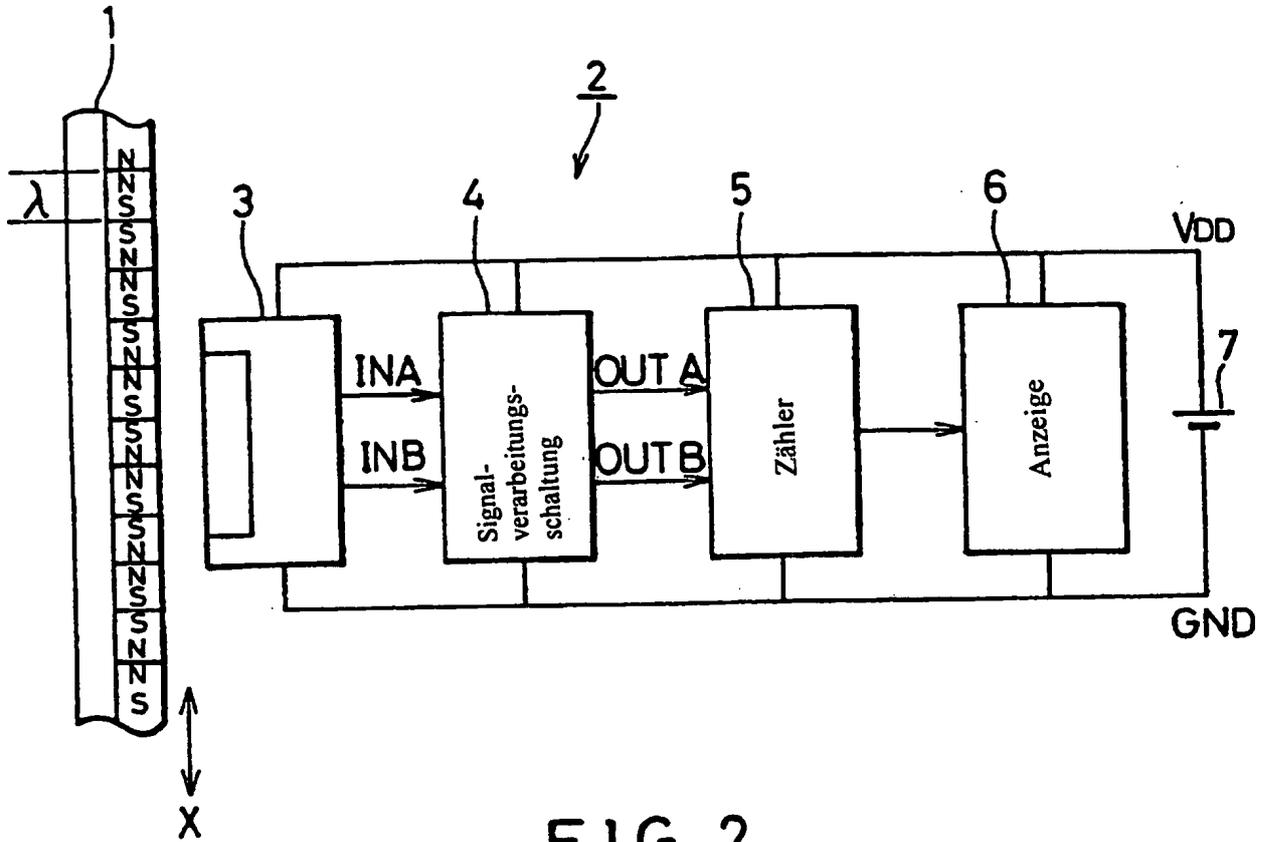


FIG. 2

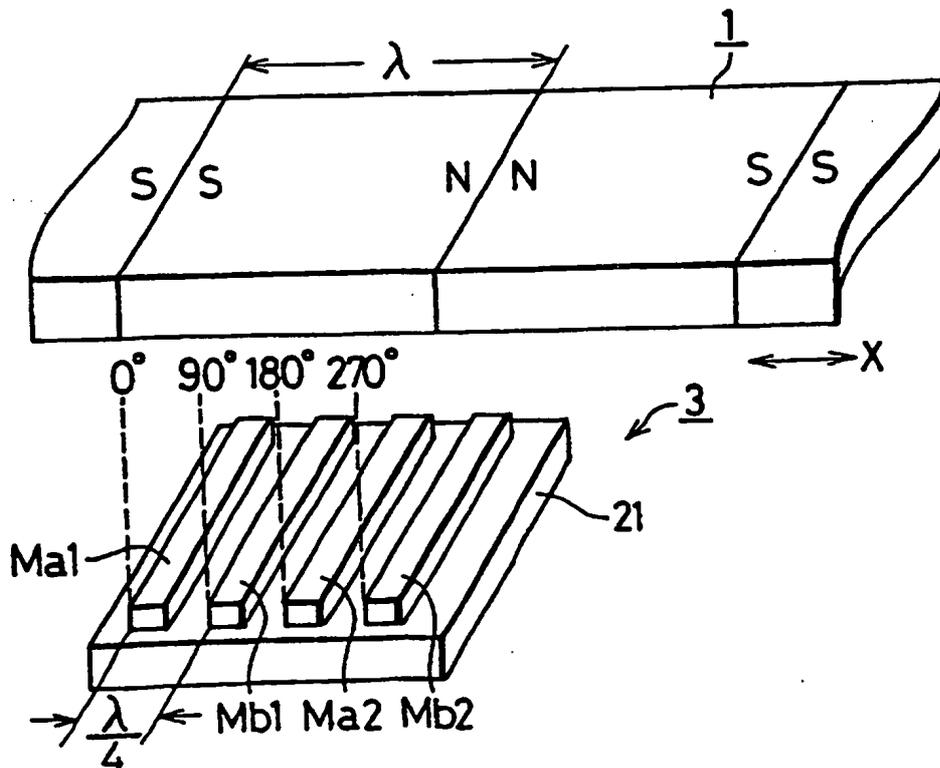


FIG. 3

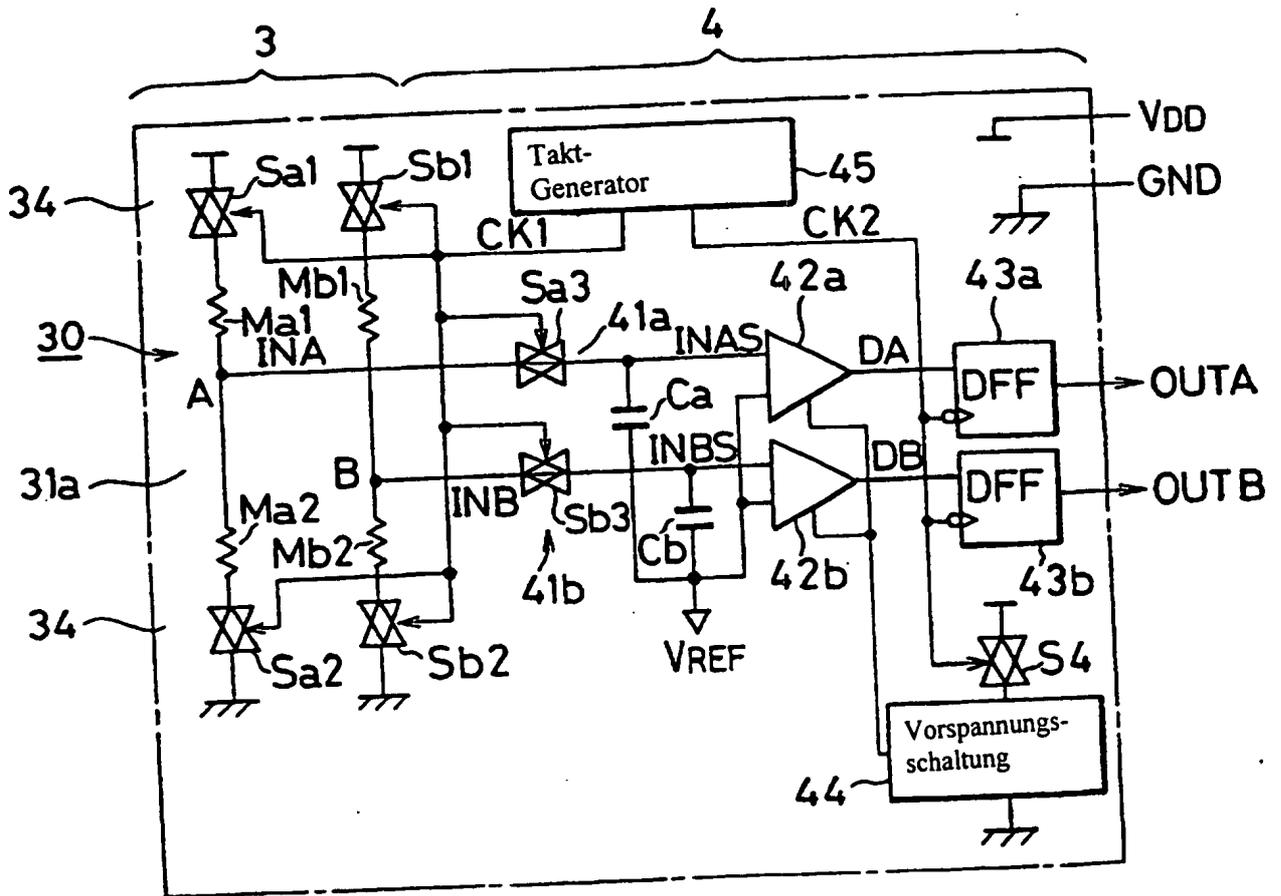


FIG. 4

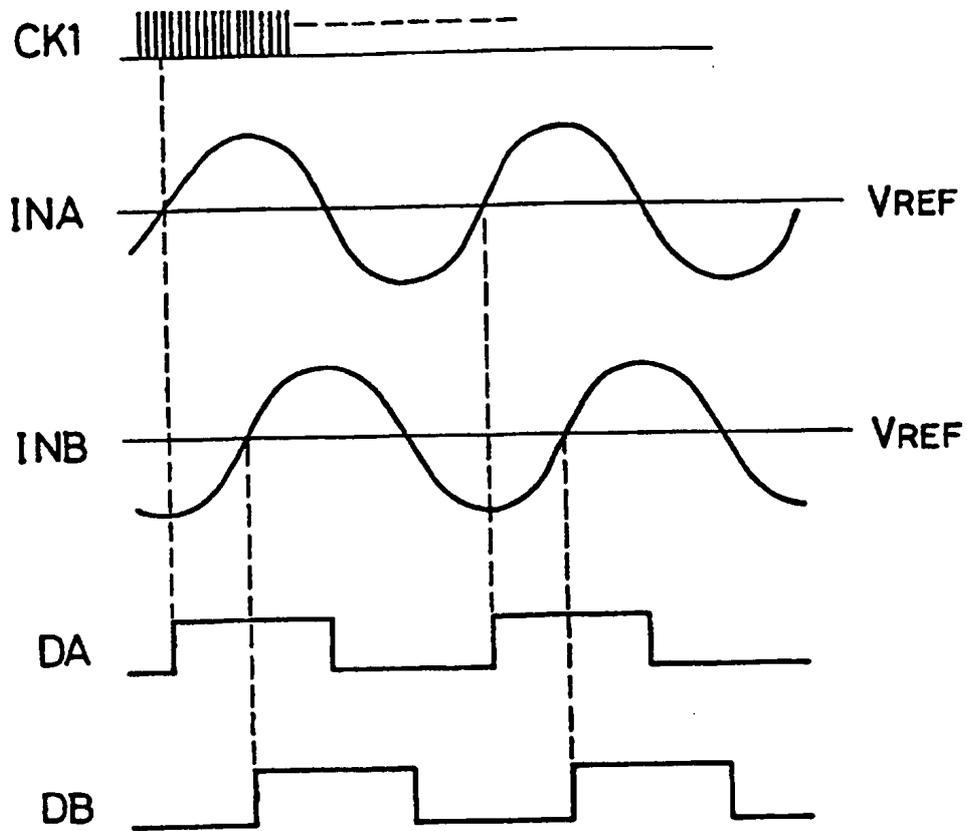


FIG. 5

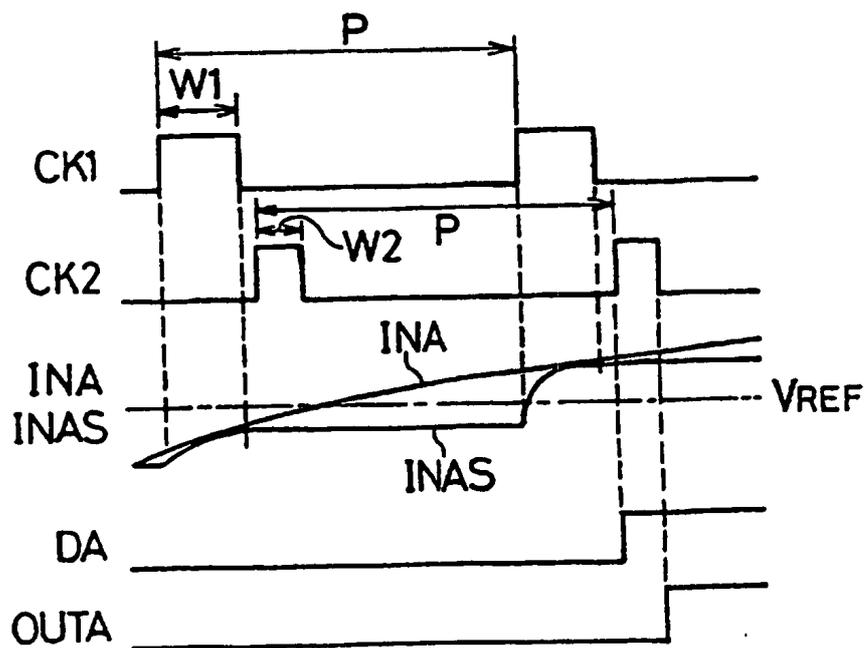


FIG.6A FIG.6B FIG.6C

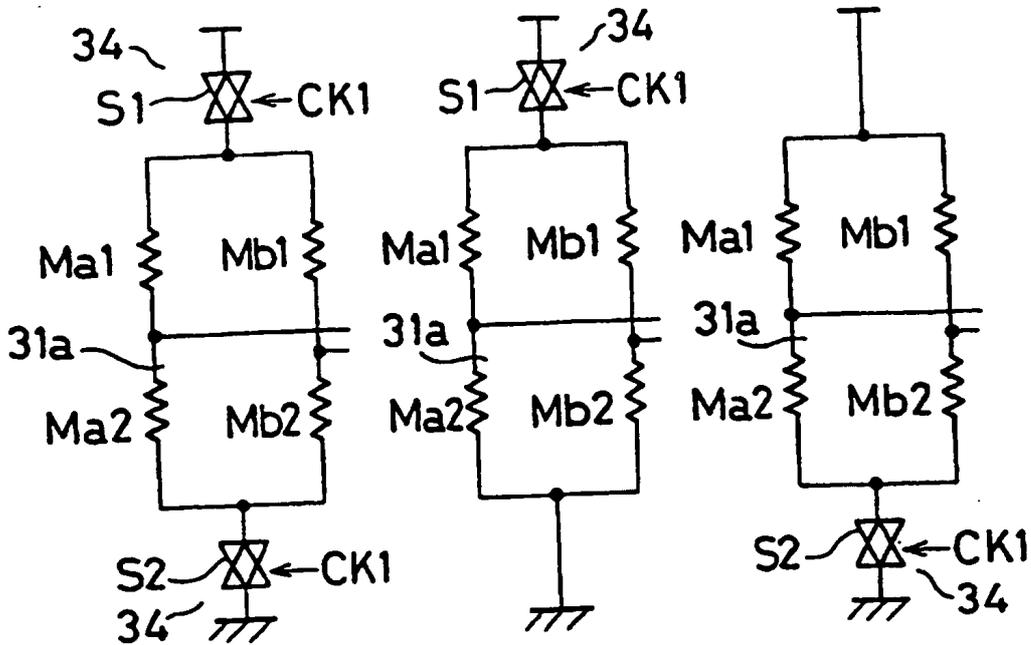


FIG. 7

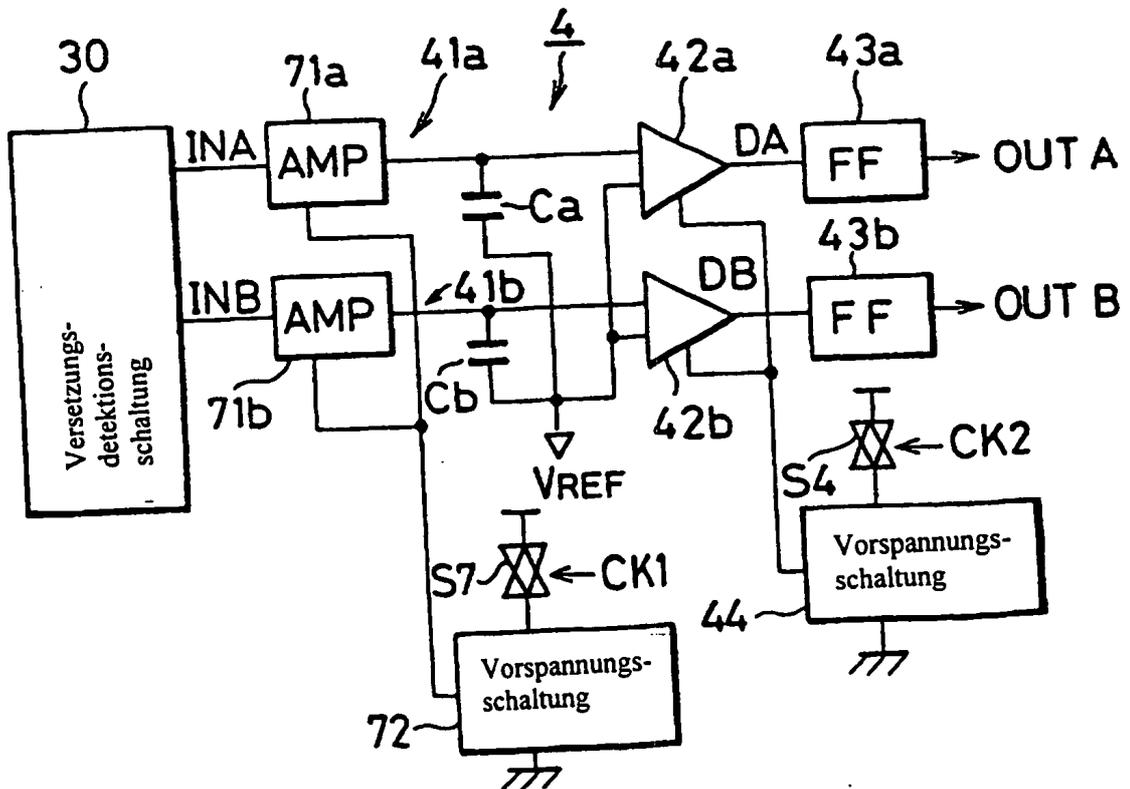


FIG. 8

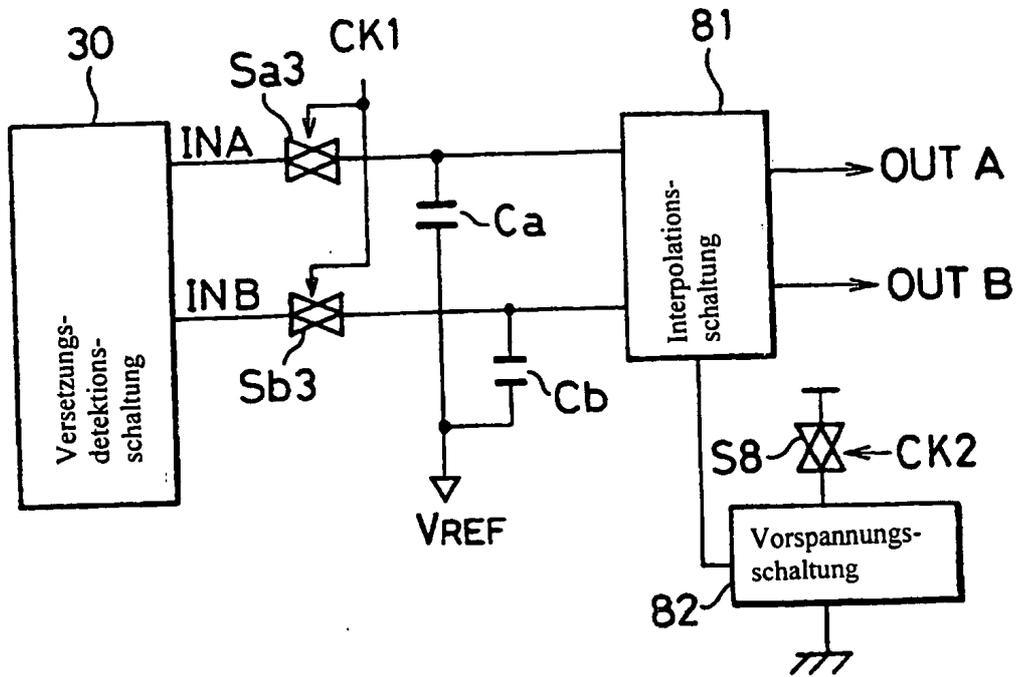


FIG. 9

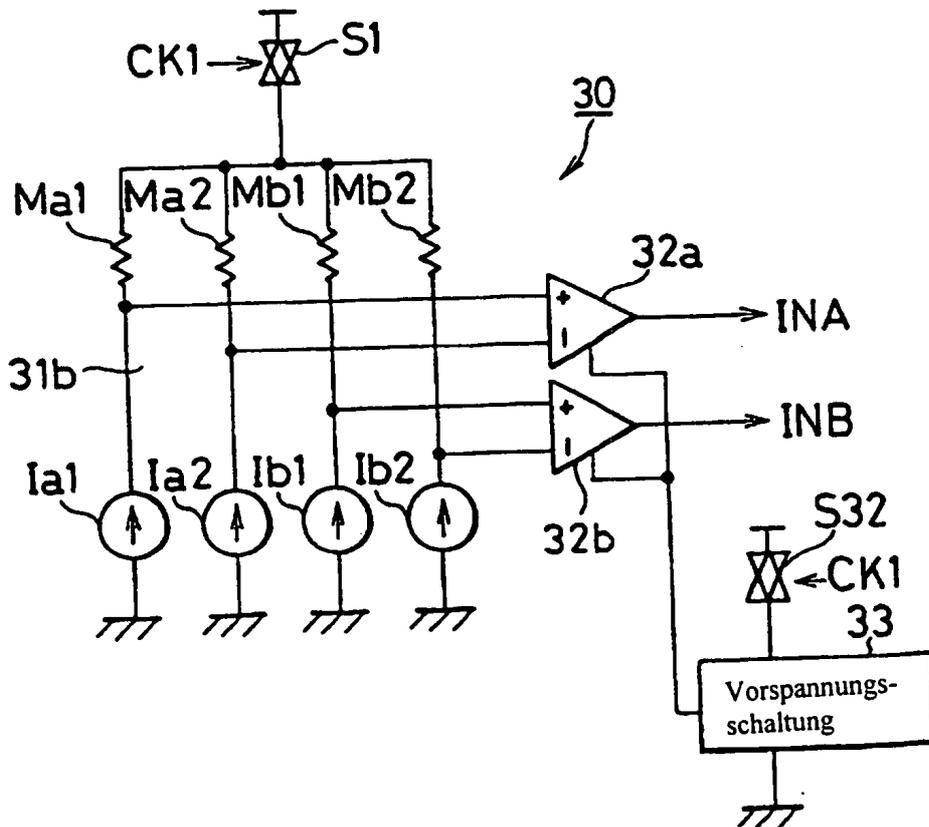


FIG. 10

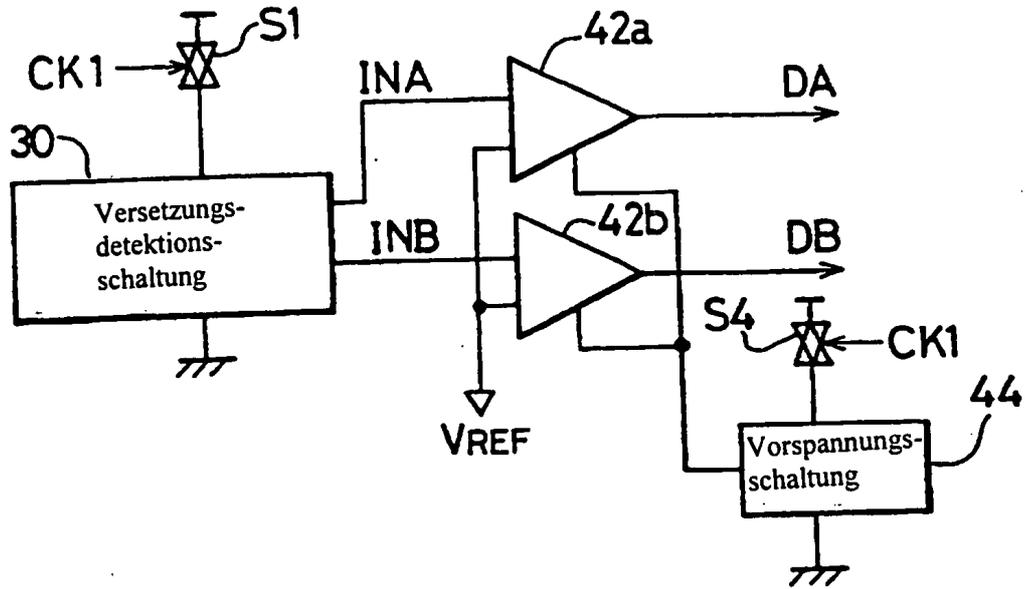


FIG. 11

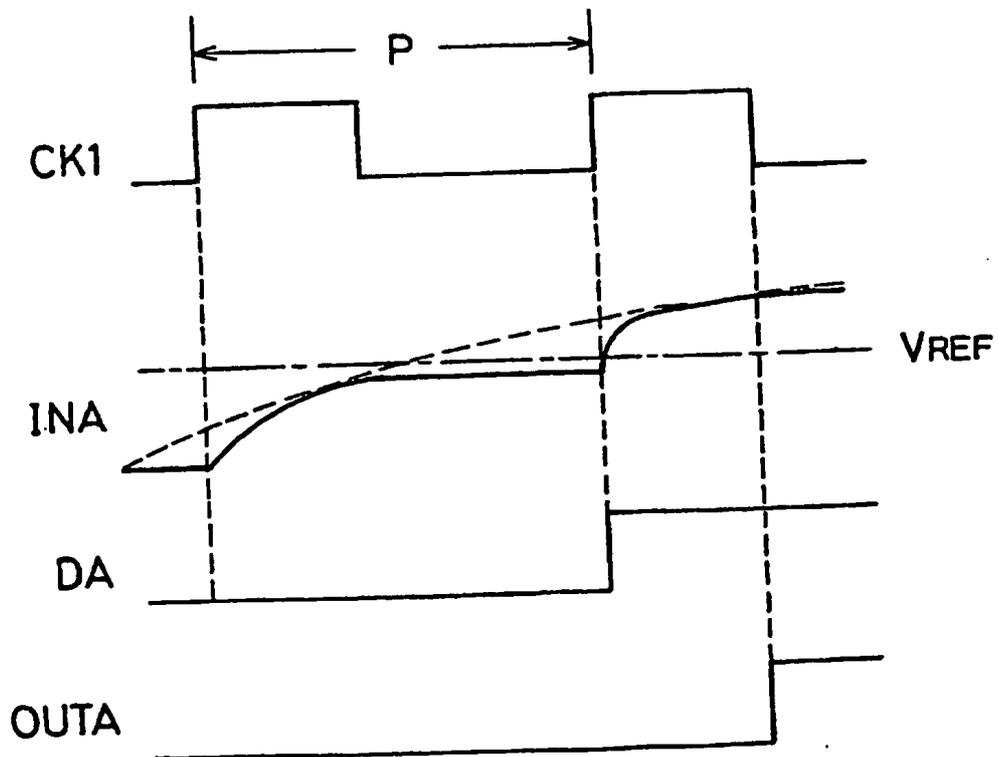


FIG. 12

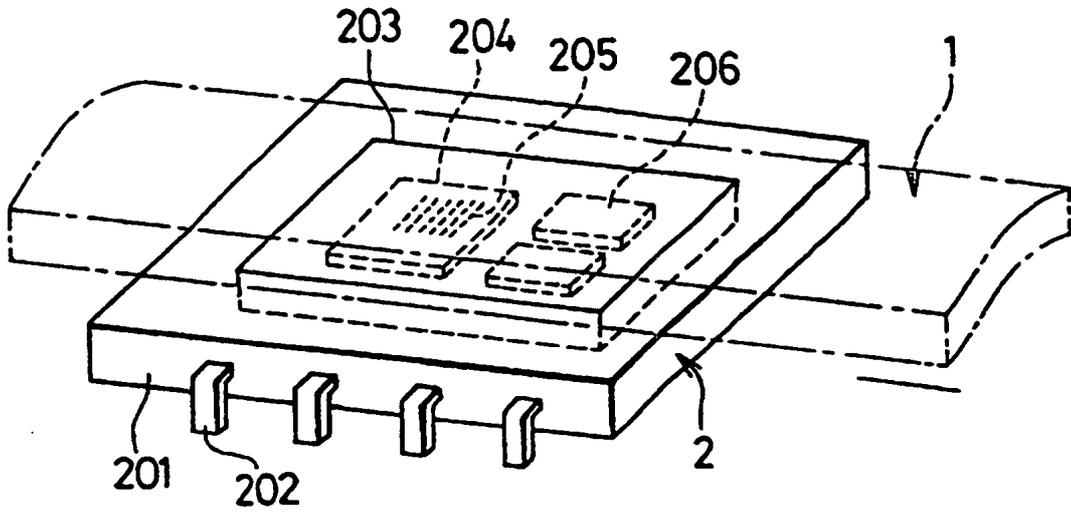


FIG. 13

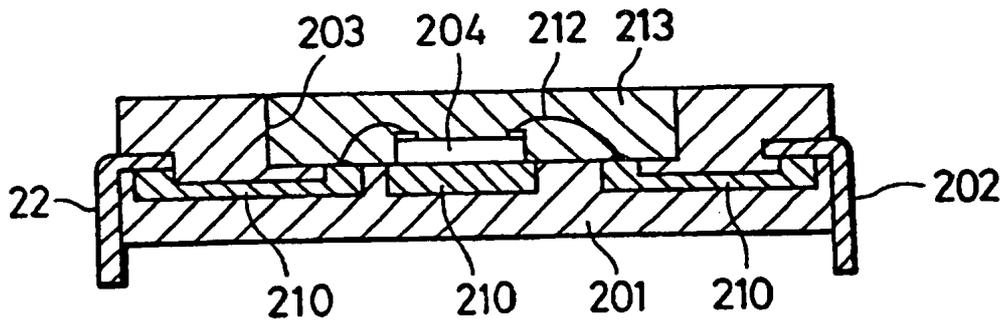


FIG. 14

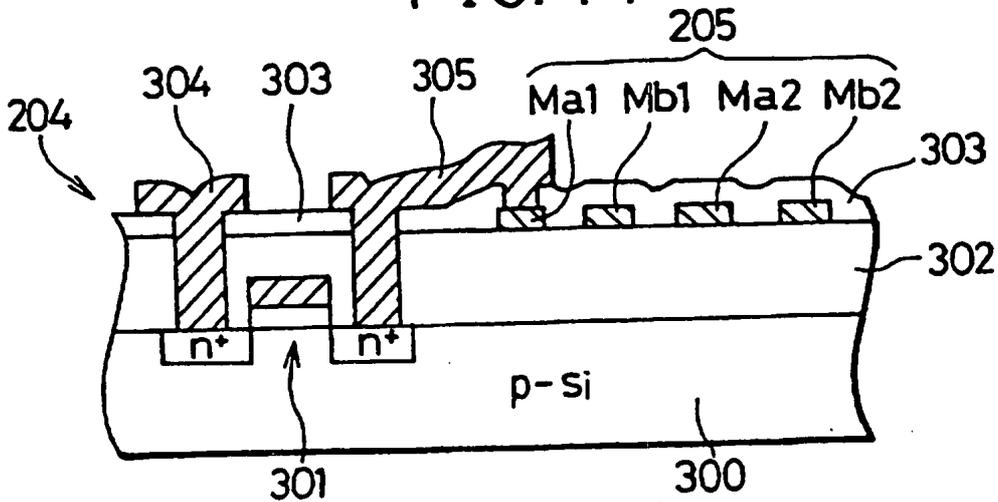


FIG. 15

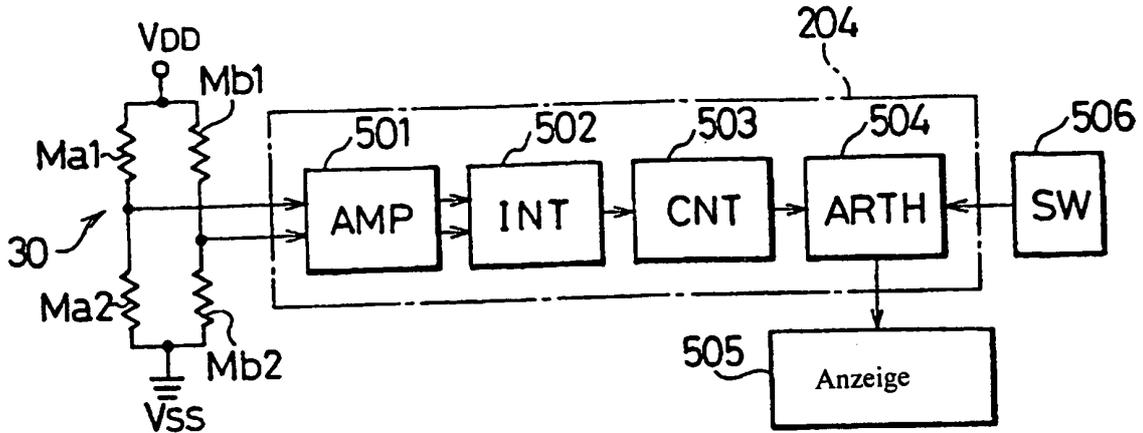


FIG. 16

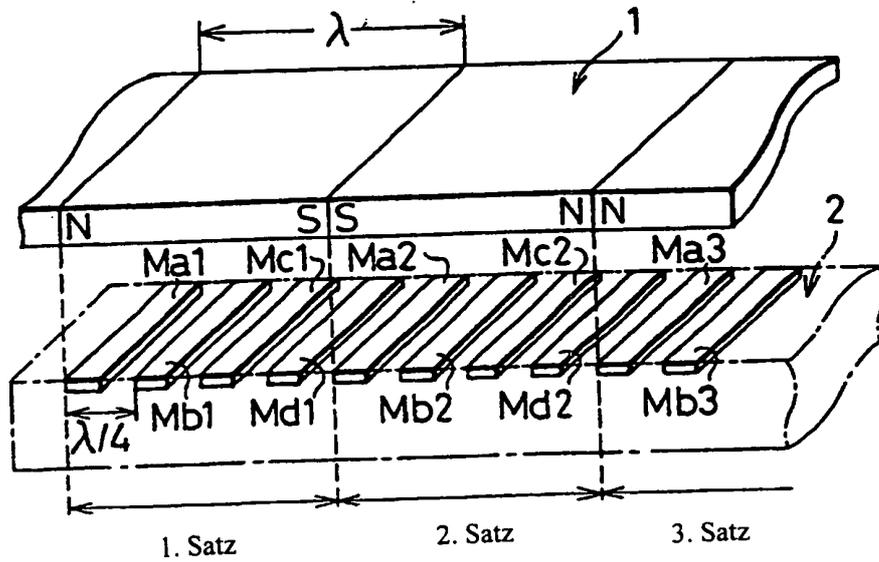


FIG. 17

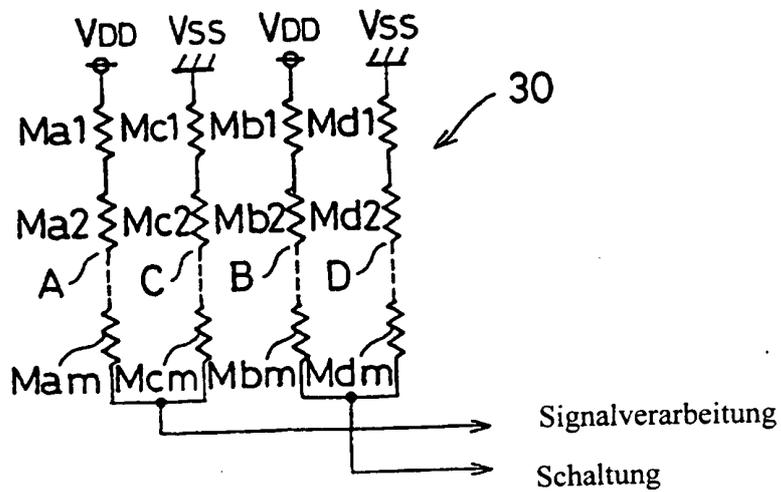


FIG. 18

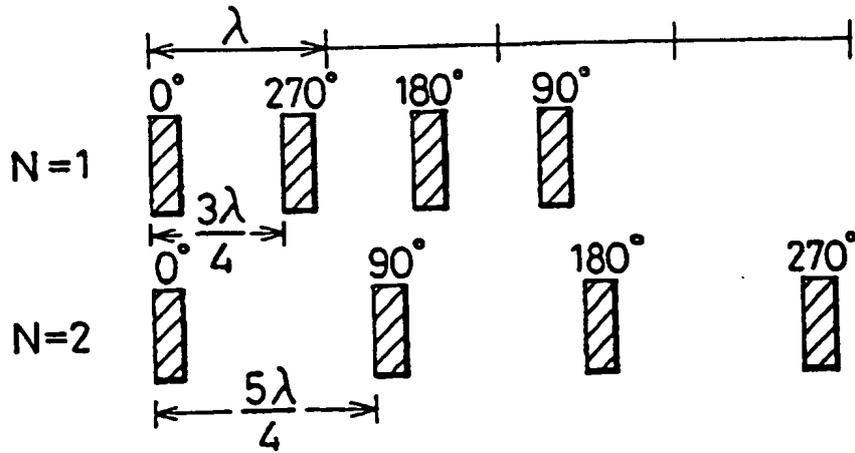


FIG. 19A

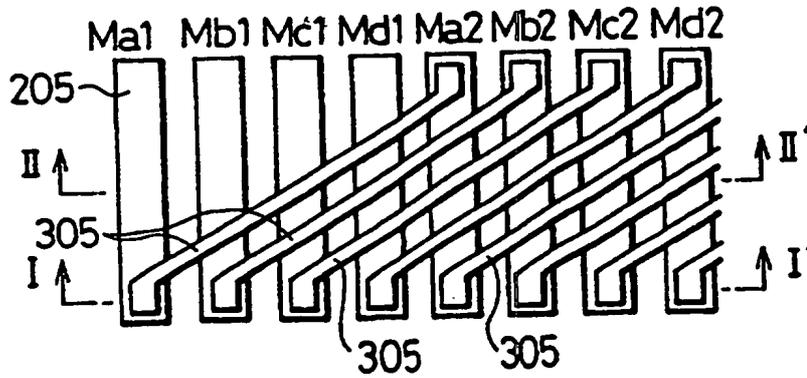


FIG. 19B

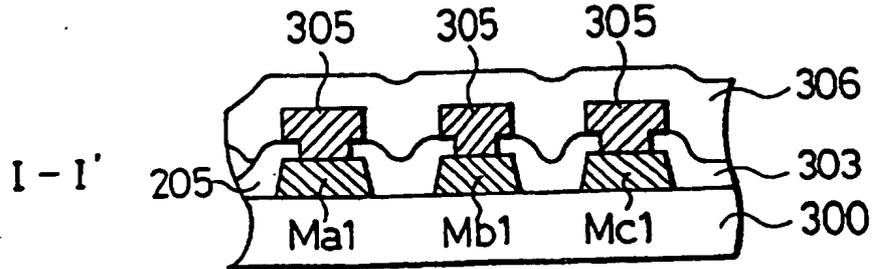


FIG. 19C

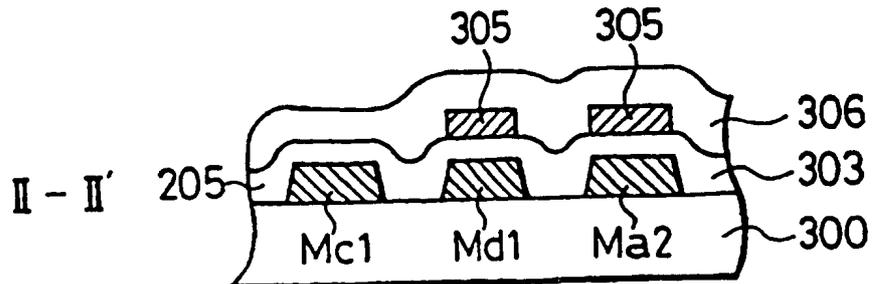


FIG. 20

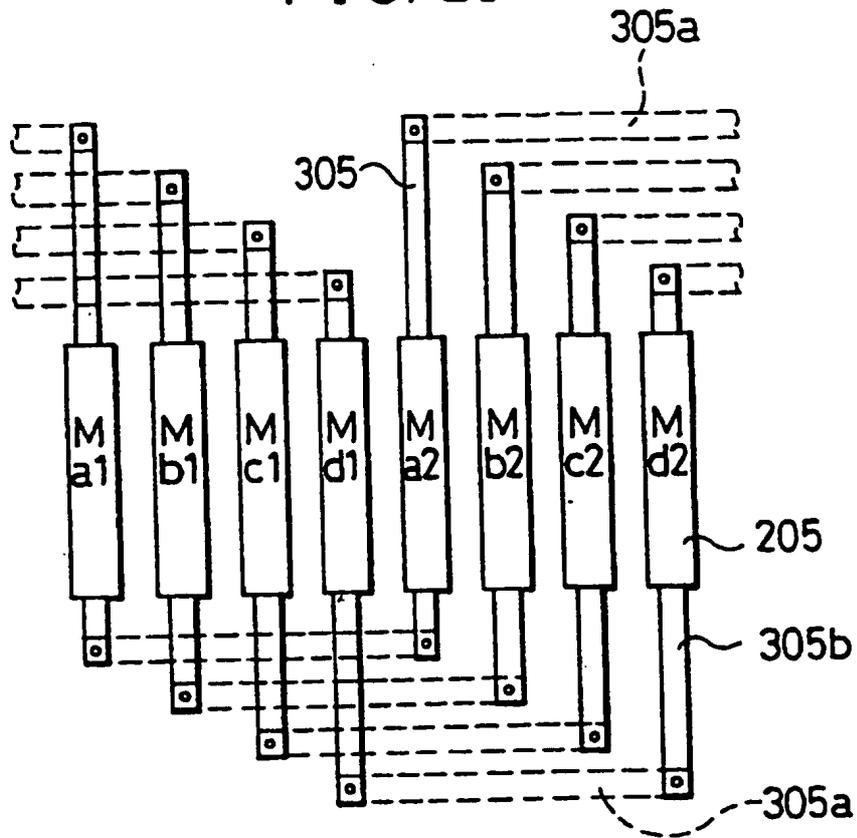


FIG. 21A

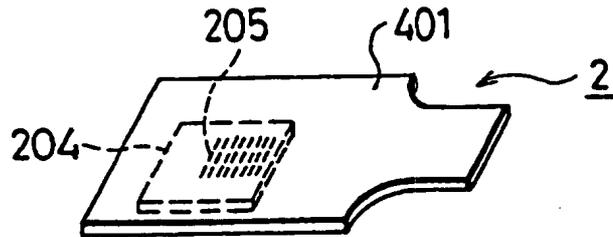


FIG. 21B

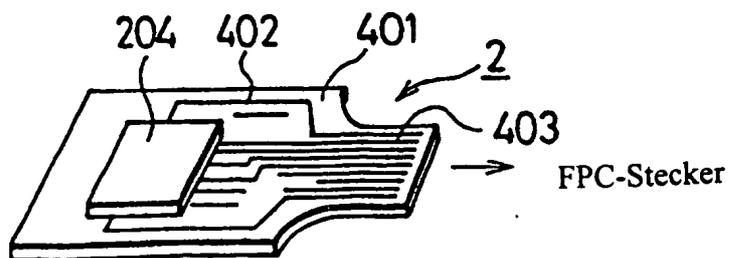


FIG. 22

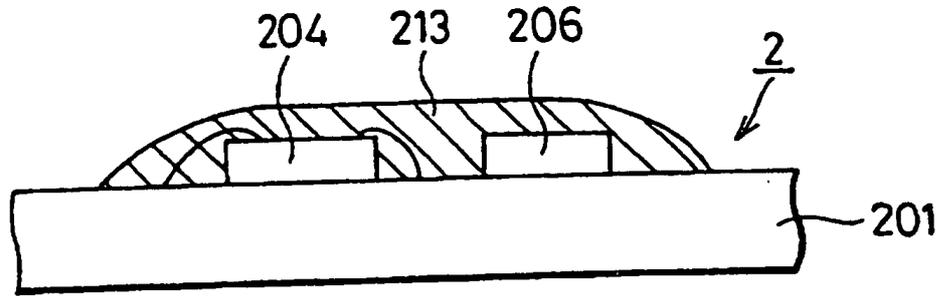


FIG. 23A

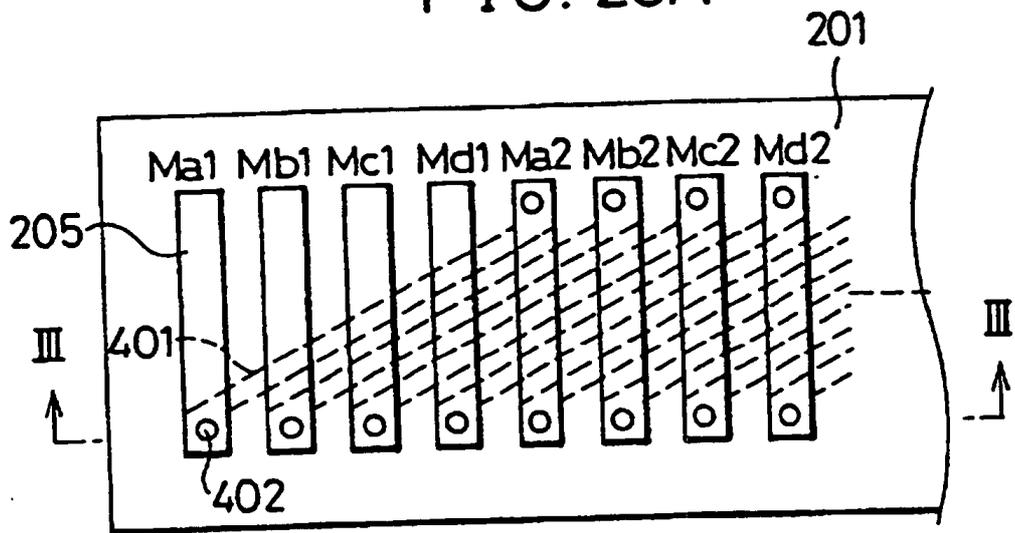


FIG. 23B

