



(10) **DE 101 38 908 B4** 2014.09.04

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **101 38 908.6**  
(22) Anmeldetag: **08.08.2001**  
(43) Offenlegungstag: **22.08.2002**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **04.09.2014**

(51) Int Cl.: **G01R 33/02** (2006.01)  
**G01R 33/09** (2006.01)  
**G01D 5/20** (2006.01)  
**G01B 7/02** (2006.01)  
**G01B 7/30** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**2001-021856**      **30.01.2001**    **JP**

(73) Patentinhaber:  
**Mitsubishi Denki K.K., Tokyo, JP**

(74) Vertreter:  
**HOFFMANN - EITL, 81925, München, DE**

(72) Erfinder:  
**Yokotani, Masahiro, Tokio/Tokyo, JP; Shinjo, Izuru, Tokio/Tokyo, JP; Nada, Takuji, Tokio/Tokyo, JP; Fukami, Tatsuya, Tokio/Tokyo, JP**

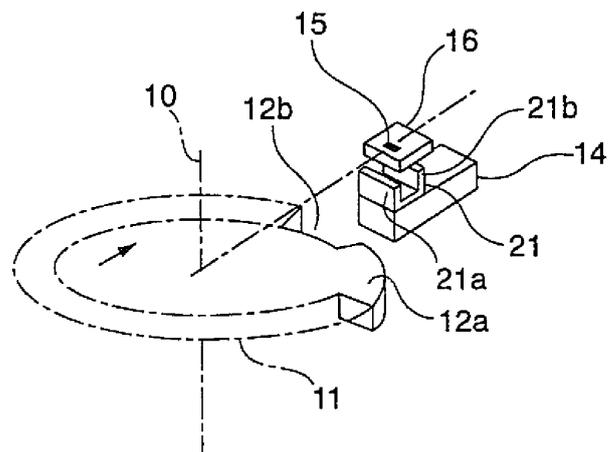
(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>27 45 880</b>	<b>C2</b>
<b>DE</b>	<b>32 14 794</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>40 25 837</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>198 50 677</b>	<b>A1</b>

(54) Bezeichnung: **Magnetische Erfassungsvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Magnetische Erfassungsvorrichtung zum Erfassen eines Bereiches (12a) eines beweglichen magnetischen Elements (11), das um eine Achse (10) drehbar ist, umfassend einen Magneten (14), der zum beweglichen magnetischen Element (11) und zu dessen Bereich (12a) in radialer Richtung angeordnet ist, wenn dieser Bereich (12a) während der Drehbewegung des beweglichen magnetischen Elements (11) den Magneten (14) passiert, wobei der Magnet (14) mit einer Magnetisierungsrichtung senkrecht zu der radialen Richtung ausgerichtet ist und eine Fläche aufweist, die sich parallel zu der radialen Richtung erstreckt; eine magnetische Führung (21; 100), die sich in einer Richtung längs der Fläche des Magneten (14) erstreckt und dem Bereich (12a) des beweglichen magnetischen Elements (11) gegenüber liegt, wenn bei dessen Drehbewegung der Bereich (12a) die magnetische Führung (21; 100) passiert, wobei die magnetische Führung (21; 100) wenigstens zwei Polvorsprünge (21a, 21b; 100a, 100b, 100c) aufweist, welche in gegenseitigem Abstand längs der radialen Richtung des beweglichen magnetischen Element (11) angeordnet sind, und freie Endbereiche der wenigstens zwei Polvorsprünge (21a, 21b; 100a, 100b, 100c) der magnetischen Führung (21; 100) sich senkrecht zu der Fläche des Magneten (14) erstrecken; und wenigstens ein magnetoelektrisches Umwandlungselement (15; 22, 23; 24, 25; 26, 27, 28, 29), das bei Betrachtung senkrecht zur radialen Richtung des beweglichen magnetischen Elements (11) zu diesem in dessen radialer Richtung zwischen zwei benachbarten der wenigstens zwei

Polvorsprünge (21a, 21b; 100a, 100b, 100c) angeordnet ist.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine magnetische Erfassungsvorrichtung zum Erfassen eines Bereiches eines beweglichen magnetischen Elements, um dessen jeweilige Position zu ermitteln.

**[0002]** Ein herkömmliche magnetischen Erfassungsvorrichtung dieser Art ist im folgenden anhand eines in **Fig. 16** der Zeichnungen dargestellten Schaltbildes näher beschrieben.

**[0003]** Bei dieser magnetischen Erfassungsvorrichtung wird eine konstante Spannung an eine Brückenschaltung angelegt, die aus einem magnetoresistiven Element **1** und einem festen Widerstand **2** gebildet ist, so dass eine Änderung in dem Widerstand des magnetoresistiven Elements **1**, verursacht durch eine Änderung in einem daran angelegten Magnetfeld, in eine entsprechende Spannungsänderung umgewandelt wird, die dann von einer Verstärkungsschaltung **3** verstärkt und einer Vergleichsschaltung **4** eingegeben wird. Der Signaleingang zu der Vergleichsschaltung **4** wird mit einer vorgeschriebenen Spannung verglichen, so dass sie in ein abschließendes Ausgangssignal von "0" oder "1" mit Hilfe einer Ausgabeschaltung **5** umgewandelt wird. Dieses abschließende Signal wird von einem Ausgangsanschluss **6** ausgegeben.

**[0004]** Ferner zeigen **Fig. 17A** und **Fig. 17B** der Zeichnungen die Anordnung einer bekannten magnetischen Erfassungsvorrichtung. **Fig. 17A** zeigt eine perspektivische Ansicht und **Fig. 17B** zeigt eine Teildraufsicht auf die Anordnung von **Fig. 17A**.

**[0005]** Diese magnetische Erfassungsvorrichtung ist gegenüberliegend zu einem der erfassten Abschnitte in der Form von Zähnen **12a** und Ausnehmungen **12b** eines magnetischen sich bewegendes Objekts in der Form eines Drehelements **11** angeordnet.

**[0006]** Die bekannte magnetische Erfassungsvorrichtung umfasst ein magnetoelektrisches Umwandlungselement in der Form eines magnetoresistiven Elements **15** mit einem magnetischen Widerstandswert, der sich mit einer Änderung eines daran angelegten Magnetfelds verändert, einen Magneten **14** mit der Magnetisierungsrichtung davon auf das Drehelement **11** orientiert, die Verstärkungsschaltung **13** zum verstärken eines Signals in der Form einer Spannungsänderung, die aus einer Änderung in dem Widerstandswert des magnetoresistiven Elements **15** umgewandelt ist, und eine Verarbeitungsschaltung **16**, die in die Vergleichsschaltung **4** und die Ausgabeschaltung **5** eingebaut sind.

**[0007]** Mit der magnetischen Erfassungsvorrichtung wie oben konstruiert wird bewirkt, dass sich das Drehelement **11** synchron zur Drehung der Drehwelle

**11** dreht, so dass ein an das magnetoresistive Element **15** von dem Magneten **14** angelegte Magnetfeld sich entsprechend verändert. Infolgedessen ändert sich der Widerstandswert des magnetoresistiven Elements **15** zwischen der Zeit, zu der ein Zahn **12a** des Drehelements **11** dem magnetoresistiven Element **15** gegenüberliegt, und der Zeit, wenn eine Ausnehmung **12b** des Drehelements **15** dem magnetoresistiven Element **15** gegenüberliegt, wie in der **Fig. 18** der Zeichnungen gezeigt. Somit ändert sich auch der Ausgang der Verstärkungsschaltung **3** entsprechend. Dann wird der Ausgang der Verstärkungsschaltung **3** einer Wellenformung mit Hilfe der Verarbeitungsschaltung **16** ausgesetzt, so dass der Ausgangsanschluss **6** der Verarbeitungsschaltung **16** ein abschließendes Ausgangssignal von "1" oder "0" entsprechend einem Zahn **12a** oder einer Ausnehmung **12b** des Drehelements **11** erzeugt.

**[0008]** **Fig. 19A** bis **Fig. 19C** der Zeichnungen zeigen eine Änderung in einem Vorspannmagnetfeld, das an das magnetoresistive Element **15** von dem Magneten **14** angelegt wird, wenn das magnetoresistive Element **15** von einer vorgegebenen Position bezüglich eines gegenüberliegenden Zahns **12a** oder einer gegenüberliegenden Ausnehmung **12b** des Drehelements **11** in einer radialen Richtung davon (d. h. in einer Drehelement-Ausrichtung, wie mit dem Pfeil B angezeigt, in der das magnetoresistive Element **15** dem Drehelement **11** gegenüberliegt) verschoben oder versetzt ist, und wenn das magnetoresistive Element **15** von der vorgegebenen Position bezüglich eines gegenüberliegenden Zahns **12a** und einer gegenüberliegenden Ausnehmung **12b** des Drehelements **11** in einer Umfangsrichtung davon (d. h. in einer Richtung wie mit dem Pfeil A angedeutet) verschoben oder versetzt ist. Aus **Fig. 19C** lässt sich erkennen, dass sich das Vorspannmagnetfeld stärker ändert, wenn das magnetoresistive Element **15** in der Richtung des Pfeils B, d. h. in einer radialen Richtung des Drehelements **11**, verschoben ist, als für den Fall, bei dem das magnetoresistive Element **15** in die Richtung eines Pfeils A versetzt ist, d. h. in einer Umfangsrichtung des Drehelements **11**.

**[0009]** **Fig. 20** der Zeichnungen zeigt die jeweiligen Betriebswellenformen des Widerstandswerts des magnetoresistiven Elements **15**, den Ausgang der Verstärkungsschaltung **3** und den abschließenden Ausgang des Ausgangsanschlusses **6**, wenn das magnetoresistive Element **15** in die Richtung des Pfeils B bezüglich der erfassten Abschnitte in der Form der Zähne **12a** und der Ausnehmungen **12b** des Drehelements **11** versetzt ist. In dieser Figur zeigen durchgezogene Linien die Betriebswellenformen, wenn das magnetoresistive Element **15** in einer normalen Position ist; gepunktete Linien stellen die Betriebswellenform dar, wenn das magnetoresistive Element **15** aus der normalen Position heraus ist; und abwechselnde

lange und zwei kurze Striche bezeichnen Vergleichsspannungen.

**[0010]** wie sich dieser Figur entnehmen lässt, verschiebt sich die Zeit einer Positionserfassung eines Zahns **12a** oder eine Ausnehmung **12b** des Drehelements **11** um eine Periode der Zeit  $T_1$ , wenn das magnetoresistive Element **15** von seiner normalen Position versetzt ist. Infolgedessen ergibt sich ein Problem dahingehend, dass die Position eines Zahns **12a** oder eine Ausnehmung **12b** nicht genau durch eine positionsmäßige Verschiebung oder eine Versetzung des magnetoresistiven Elements **15** erfasst werden kann.

**[0011]** Aus der DE 198 50 677 A1 ist eine magnetische Erfassungsvorrichtung bekannt, welche folgende Merkmale aufweist: Einen magnetoresistiven Magnetfeldsensor zum Erfassen eines Abschnittes eines sich bewegenden magnetischen Objektes; einen Magneten mit einer Magnetisierungsrichtung, die in einer Richtung senkrecht zu einer radialen Richtung des sich bewegenden magnetischen Objektes orientiert ist, in welcher der Magnet auf das sich bewegende magnetische Objekt gerichtet ist; eine magnetische Führung mit zwei Endabschnitten oder Enden, die in einer beabstandeten Beziehung zueinander in einer radialen Richtung des sich bewegenden magnetischen Objektes gebildet sind, in der die magnetische Führung auf den zu erfassenden Abschnitt des sich bewegenden magnetischen Objektes gerichtet ist, wobei die magnetische Führung das vom Magneten erzeugte und durch das sich bewegende magnetische Objekt beeinflusste Magnetfeld auf den Magnetfeldsensor (**24**) konzentriert; und ein magnetoresistiver Magnetfeldsensor zwischen den Endabschnitten der magnetischen Führung angeordnet ist, bei einer Betrachtung von einer Richtung senkrecht zu der radialen Richtung des sich bewegenden magnetischen Objektes, in der die magnetische Führung auf den erfassten Abschnitt des sich bewegenden magnetischen Objektes gerichtet ist.

**[0012]** Die DE 27 45 880 C2 offenbart einen magnetischen Messfühler zum Messen eines Abstandes zwischen gegenüberliegenden Flächen zweier Schleifscheiben eines Schleifapparates, bei dem die Schleifscheiben separat auf parallelen Achsen derart angeordnet sind, dass sie gegenläufig drehbar sind. In einem Abstand von diesen Schleifscheiben befindet sich ein Permanentmagnet, dem an seinen Endbereichen Metallteile gegenüberstehen, welche sich radial zu den Schleifscheiben erstrecken. Die zwei Metallteile weisen wirksame Flächen in einer Richtung parallel zu den Drehachsen der Schleifscheiben auf. Der Magnetfluss wird dabei von einer magnetischen Führung oder Jochanordnung mit zwei Polvorsprüngen geführt, zwischen denen eine magnetoelektrische Umwandlungseinrichtung angeordnet ist.

**[0013]** Aus der DE 40 25 837 A1 ist ein weiterer technologischer Hintergrund bekannt.

**[0014]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine magnetische Erfassungsvorrichtung bereitzustellen, die eine hohe Genauigkeit beim Erfassen der Position eines beweglichen Gegenstandes aufweist, sogar dann, wenn bei lang anhaltender Benutzung der Vorrichtung eine Dejustierung mit einer Verschiebung oder eine Versetzung der Position eines magnetoelektrischen Umwandlungselements eintreten sollte.

**[0015]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

**[0016]** Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

**[0017]** Gemäß der vorliegenden Erfindung kann eine magnetische Erfassungsvorrichtung umfassen: Wenigstens ein magnetoelektrisches Umwandlungselement, welches angeordnet ist, um auf einen erfassten Abschnitt eines magnetischen sich bewegenden Objektes gerichtet zu sein; einen Magneten mit einer Magnetisierungsrichtung davon orientiert in eine Richtung senkrecht zu einer radialen Richtung des magnetischen sich bewegenden Objektes, in der der Magnet auf das magnetische sich bewegende Objekt gerichtet ist; und eine magnetische Führung mit wenigstens zwei Polvorsprüngen, die in einer beabstandeten Beziehung zueinander in einer radialen Richtung des magnetischen sich bewegenden Objektes gebildet sind, in der die magnetische Führung auf den erfassten Abschnitt des magnetischen sich bewegenden Objektes gerichtet ist. Das wenigstens eine magnetoelektrische Umwandlungselement ist zwischen den Polvorsprüngen angeordnet, wenn eine Betrachtung von einer Richtung senkrecht zu einer radialen Richtung des magnetischen sich bewegenden Objektes vorgenommen wird, in der die magnetische Führung auf den erfassten Abschnitt des magnetischen sich bewegenden Objektes gerichtet ist.

**[0018]** Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung und deren Vorteile sind im folgenden anhand der Zeichnungen näher beschrieben.

**[0019]** In den Zeichnungen zeigen:

**[0020]** Fig. 1A bis Fig. 1C die schematische Anordnung einer magnetischen Erfassungsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 1A eine perspektivische Ansicht davon ist; Fig. 1B eine Draufsicht davon ist; und Fig. 1C eine Seitenansicht davon ist;

**[0021]** Fig. 2A eine Konstruktionsansicht der magnetischen Erfassungsvorrichtung der Fig. 1;

**[0022]** Fig. 2B eine charakteristische Ansicht eines Magnetfelds in der magnetischen Erfassungsvorrichtung der Fig. 2A;

**[0023]** Fig. 2C eine Ansicht einer Widerstandscharakteristik eines magnetoresistiven Elements der magnetischen Erfassungsvorrichtung der Fig. 2A;

**[0024]** Fig. 3A eine perspektivische Ansicht einer magnetischen Erfassungsvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0025]** Fig. 3B eine Draufsicht auf die magnetische Erfassungsvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform;

**[0026]** Fig. 3C eine Seitenansicht der magnetischen Erfassungsvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform;

**[0027]** Fig. 4 ein elektrisches Schaltbild der magnetischen Erfassungsvorrichtung, die in den Fig. 3A bis Fig. 3C gezeigt ist;

**[0028]** Fig. 5 ein Betriebswellenformdiagramm eines magnetoresistiven Elements in dem Stand der Technik, wenn die Umgebungstemperatur normal (Raumtemperatur) und hoch ist;

**[0029]** Fig. 6A eine Konstruktionsansicht der magnetischen Erfassungsvorrichtung, die in den Fig. 3A bis Fig. 3C gezeigt ist;

**[0030]** Fig. 6B eine charakteristische Ansicht eines Magnetfelds in der magnetischen Erfassungsvorrichtung der Fig. 6A;

**[0031]** Fig. 6C eine Ansicht einer Widerstandscharakteristik eines magnetoresistiven Elements der magnetischen Erfassungsvorrichtung der Fig. 6A;

**[0032]** Fig. 7 ein Betriebswellenformdiagramm der magnetischen Erfassungsvorrichtung gemäß der zweiten Ausführungsform;

**[0033]** Fig. 8A eine Konstruktionsansicht einer magnetischen Erfassungsvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0034]** Fig. 8B eine charakteristische Ansicht eines Magnetfelds in der magnetischen Erfassungsvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform;

**[0035]** Fig. 8C eine Ansicht einer Widerstandscharakteristik eines magnetoresistiven Elements der magnetischen Erfassungsvorrichtung gemäß der dritten Ausführungsform;

**[0036]** Fig. 9A eine Konstruktionsansicht einer magnetischen Erfassungsvorrichtung gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0037]** Fig. 9B bis Fig. 9D charakteristische Ansichten eines Magnetfelds in der magnetischen Erfassungsvorrichtung der Fig. 9A, wenn die Länge (M) eines Magnets in einer radialen Richtung eines Drehelements in Bezug auf einen Abstand (N) zwischen benachbarten Polvorsprüngen einer magnetischen Führung geändert wird;

**[0038]** Fig. 10A und Fig. 10B die Anordnung einer magnetischen Erfassungsvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 10A eine Draufsicht davon ist und Fig. 10B eine Seitenansicht davon ist;

**[0039]** Fig. 11 eine Ansicht, die eine Beziehung zwischen einer Verschiebung oder Versetzung in der Position der magnetischen Erfassungsvorrichtung, die in den Fig. 10A und Fig. 10B gezeigt ist, und einem daran angelegten Magnetfeld darstellt;

**[0040]** Fig. 12 eine charakteristische Ansicht einer MR Schleife in einem GMR Element;

**[0041]** Fig. 13A und Fig. 13B die Anordnung einer magnetischen Erfassungsvorrichtung gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 13A eine Draufsicht davon ist, und Fig. 13B eine Seitenansicht davon ist;

**[0042]** Fig. 14 ein elektrisches Schaltbild der magnetischen Erfassungsvorrichtung, die in den Fig. 13A und Fig. 13B gezeigt ist;

**[0043]** Fig. 15 ein Betriebswellenformdiagramm der magnetischen Erfassungsvorrichtung gemäß der sechsten Ausführungsform;

**[0044]** Fig. 16 ein elektrisches Schaltbild einer bekannten magnetischen Erfassungsvorrichtung;

**[0045]** Fig. 17A und Fig. 17B die Anordnung der magnetischen Erfassungsvorrichtung der Fig. 16, wobei Fig. 17B einer perspektivische Ansicht davon ist und Fig. 17A eine Teildraufsicht davon ist;

**[0046]** Fig. 18 ein Betriebswellenformdiagramm der magnetischen Erfassungsvorrichtung der Fig. 16;

**[0047]** Fig. 19A eine perspektivische Ansicht der magnetischen Erfassungsvorrichtung der Fig. 16;

**[0048]** Fig. 19B eine Teildraufsicht der magnetischen Erfassungsvorrichtung der Fig. 19A;

**[0049]** Fig. 19C eine Ansicht, die eine Beziehung zwischen einer Verschiebung oder Versetzung der

magnetischen Erfassungsvorrichtung der **Fig. 19A** und einem daran angelegten Magnetfeld zeigt; und

**[0050]** **Fig. 20** ein Betriebswellenformdiagramm der magnetischen Erfassungsvorrichtung der **Fig. 19A**.

#### BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

**[0051]** Nun werden bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung ausführlich unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen beschrieben. Überall in den folgenden Ausführungsformen der Erfindung werden die gleichen oder entsprechenden Elemente oder Teile wie diejenigen in der voranstehend erwähnten bekannten Vorrichtung mit den gleichen Symbolen identifiziert.

##### Ausführungsform 1

**[0052]** Die **Fig. 1A** bis **Fig. 1C** zeigen die Anordnung einer magnetischen Erfassungsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wobei **Fig. 1A** eine perspektivische Ansicht davon ist; **Fig. 1B** eine Draufsicht davon ist; und **Fig. 1C** eine Seitenansicht davon ist.

**[0053]** Die magnetische Erfassungsvorrichtung ist gegenüberliegend zu einem erfassten Abschnitt in der Form von Zähnen **12a** und Ausnehmungen **12b** eines magnetischen sich bewegenden Objekts in der Form eines Drehelements **11** angeordnet.

**[0054]** Die magnetische Erfassungsvorrichtung umfasst ein magnetoelektrisches Umwandlungselement in der Form eines magneto-resistiven Elements **15** mit einem magnetischen Widerstandswert, der sich in Übereinstimmung mit einer Änderung in einem daran angelegten Magnetfeld ändert, einen Magneten **14** mit einer Magnetisierungsrichtung, die in einer Richtung senkrecht zu einer radialen Richtung des Drehelements **11** orientiert ist, in der der Magnet **14** auf des Drehelement **11** hin gerichtet ist, eine magnetische Führung **21**, die aus Eisen gebildet ist und einen ersten Polvorsprung **21a** und einen zweiten Polvorsprung **21b**, die in einer beabstandeten Beziehung zueinander in einer radialen Richtung des Drehelements **11** gebildet sind, in der die magnetische Führung **21** auf einen Zahn **12a** oder eine Ausnehmung des Drehelements **11** hin gerichtet ist, eine Verstärkungsschaltung **3** (siehe **Fig. 4**) zum Verstärken eines Signals einer Spannungsänderung, die aus einer Änderung in dem Magnetwiderstandswert des magneto-resistiven Elements **15** umgewandelt wird, und eine Verarbeitungsschaltung **16**, in die eine Vergleichsschaltung **4** und eine Ausgabeschaltung **5** eingebaut sind (siehe **Fig. 4**).

**[0055]** Das magneto-resistive Element **15** ist zwischen dem ersten Polvorsprung **21a** und dem zwei-

ten Polvorsprung **21b** angeordnet, bei einer Betrachtung entlang einer Drehwelle oder einer Achse **10** senkrecht zu einer Drehelement-Ausrichtung A (d. h. einer radialen Richtung des Drehelements **11**).

**[0056]** **Fig. 2A** zeigt eine Anordnung, bei der das magneto-resistive Element **15** an einer Position angeordnet ist, die um einen Abstand L von einer Spitze oder einem inneren Ende (d. h. einem Ende benachbart zu einer radial äußeren Oberfläche des Drehelements **11**) des Magneten **14** in einer radialen Richtung des Drehelements **11** beabstandet ist. **Fig. 2B** und **Fig. 2C** zeigen die Stärke eines Magnetfelds, das an das magneto-resistive Element **15** angelegt wird, bzw. den Widerstandswert davon, wenn die Polvorsprung **21** gegenüberliegend zu einem Zahn **12a** und einer Ausnehmung **12b** des Drehelements **11** angeordnet ist.

**[0057]** Wie sich der **Fig. 2** entnehmen lässt, existiert eine Position des magneto-resistiven Elements **15**, bei der fast keine oder nur eine geringe Änderung in einem Vorspannmagnetfeld, das an das magneto-resistive Element **15** angelegt ist, in dem Bereich von L1 bis L2 vorhanden ist. Wenn das magneto-resistive Element **15** an dieser Position angeordnet ist, ist das Positionserfassungsverhalten der Vorrichtung im wesentlichen unverändert, selbst wenn die Position des Erfassungselements **20** zu einem größer oder kleineren Ausmaß in einer radialen Richtung des Drehelements **11** versetzt wird.

**[0058]** Der Bereich von L1 bis L2 ist ein Bereich oder ein Abstand zwischen dem ersten Polvorsprung **21a** und dem zweiten Polvorsprung **21b**. Der Grund dafür wird wie folgt angenommen: der Magnetfluss neigt dazu, auf dem ersten Polvorsprung **21a** und dem zweiten Polvorsprung **21b** konzentriert zu sein, und somit kann das Magnetfeld demzufolge zwischen dem ersten Polvorsprung **21a** und dem zweiten Polvorsprung **21b** gleichförmig gemacht werden.

**[0059]** Da in dieser Ausführungsform das magneto-resistive Element **15** in dem Bereich von L1 bis L2 angeordnet ist, ist es möglich, ein gutes Betriebsverhalten beim Erfassen der Position eines Zahns **12a** oder einer Ausnehmung **12b** sicherzustellen, selbst wenn das magneto-resistive Element **15** etwas in der Ausrichtungsrichtung des Drehelements verschoben oder versetzt wird, d. h. in einer radialen Richtung des Drehelements **11**.

##### Ausführungsform 2

**[0060]** Die **Fig. 3A** und **Fig. 3B** zeigen die Anordnung einer magnetischen Erfassungsvorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 3A** ist eine perspektivische Ansicht davon; **Fig. 3B** ist eine Draufsicht davon; und

**Fig. 3C** ist eine Seitenansicht davon. **Fig. 4** ist ein elektrisches Schaltbild davon.

**[0061]** In dieser zweiten Ausführungsform ist ein erstes magnetoresistives Element **22** zwischen dem ersten Polvorsprung **21a** und dem zweiten Polvorsprung **21b** der magnetischen Führung **21** angeordnet. Ein zweites magnetoresistives Element **23** ist radial außerhalb des zweiten Polvorsprungs **21b** auf einer Seite, die von dem Drehelement **11** entfernt ist, angeordnet.

**[0062]** **Fig. 5** zeigt die Betriebswellenform des magnetoresistiven Elements **1** in dem Stand der Technik, wenn die Umgebungstemperatur normal (d. h. Raumtemperatur) bzw. hoch ist. In dieser Figur bezeichnen durchgezogene Linien die Betriebswellenform des magnetoresistiven Elements **1** bei der normalen Temperatur; gepunktete Linien bezeichnen die Betriebswellenform des magnetoresistiven Elements **1** bei einer hohen Temperatur; und alternierende lange und zwei kurze Striche bezeichnen eine Vergleichsspannung. Wie in **Fig. 5** gezeigt verschiebt sich die Betriebswellenform des magnetoresistiven Elements **1** in Übereinstimmung mit einer Temperaturänderung in dem magnetischen Widerstand des magnetoresistiven Elements **1**. Dies wird durch eine Differenz zwischen dem Temperaturkoeffizienten des magnetoresistiven Elements **1** und demjenigen des festen Widerstands **2**, die in Kombination mit dem Magnetowiderstandselement **1** eine Brückenschaltung bilden, verursacht. Infolgedessen verschiebt sich die Zeit zum Erfassen der Position eines Zahns **12a** oder einer Ausnehmung **12b** um eine Periode der Zeit  $T_2$ , so dass die erfasste Position eines Zahns **12a** oder einer Ausnehmung **12b** sich ebenfalls stark gemäß der Temperaturänderung des magnetoresistiven Elements **1** verschiebt.

**[0063]** Im Gegensatz dazu dient in der zweiten Ausführungsform die Brückenschaltung, die aus dem ersten magnetoresistiven Element **22** und dem zweiten magnetoresistiven Element **23** gebildet ist, wie in **Fig. 4** gezeigt, nicht nur zum Auslösen der Temperaturkoeffizientencharakteristik der magnetoresistiven Elemente, sondern auch zum Vergrößern der Amplitude des Ausgangs der Verstärkungsschaltung **3**, wie in den **Fig. 7A** und **Fig. 7B** dargestellt, wodurch es ermöglicht wird, die Erfassungsgenauigkeit zu verbessern.

**[0064]** Da zusätzlich das erste magnetoresistive Element **22** an einer Position  $L_3$  angeordnet ist, an der fast keine oder eine geringfügige Änderung in dem Vorspannmagnetfeld und in dem magnetischen Widerstand des ersten magnetoresistiven Elements **22** vorhanden ist, wie in den **Fig. 6A** bis **Fig. 6C** dargestellt, kann ein gutes Betriebsverhalten bei der Erfassung der Position eines Zahns **12a** oder einer Ausnehmung **12b** sichergestellt werden, selbst wenn

das erste magnetoresistive Element **22** in der Drehelement-Ausrichtungsrichtung, d. h. in einer radialen Richtung des Drehelements **11**, verschoben oder versetzt ist. Obwohl das zweite magnetoresistive Element **23** auf einer radial äußeren Seite des zweiten oder äußeren Polvorsprungs **21b** angeordnet ist, sei hier darauf hingewiesen, dass es auf einer radial inneren Seite des ersten oder inneren Polvorsprungs **21a** angeordnet werden kann, während im wesentlichen die gleichen Effekte erzielt werden.

#### Ausführungsform 3

**[0065]** Die **Fig. 8A** bis **Fig. 8C** zeigen eine magnetische Erfassungsvorrichtung gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 8A** zeigt die Anordnung einer magnetischen Erfassungsvorrichtung dieser Ausführungsform; **Fig. 8B** zeigt die Stärke eines Magnetfelds, das an ein erstes und ein zweites magnetoresistives Element **24** und **25** angelegt wird; **Fig. 8C** zeigt die Widerstandswerte der ersten und zweiten magnetoresistiven Elemente **24** und **25**.

**[0066]** In dieser dritten Ausführungsform weist eine magnetische Führung **100** drei Polvorsprünge **100a**, **100b** und **100c** auf, wobei magnetoresistive Elemente **24** und **25** zwischen den Polvorsprünge **100a** und **100b** bzw. zwischen den Polvorsprünge **100b** und **100c** angeordnet sind. Ferner bilden das erste magnetoresistive Element **24** und das zweite magnetoresistive Element **25** zusammen eine Brückenschaltung.

**[0067]** In dieser Ausführungsform, ähnlich wie bei der zweiten Ausführungsform, kann die Temperaturkoeffizientencharakteristik der magnetoresistiven Elemente ausgelöscht werden und die Amplitude des Ausgangs der Verstärkungsschaltung kann vergrößert werden, wodurch die Erfassungsgenauigkeit verbessert wird.

**[0068]** Da das zweite magnetoresistive Element **25** auch an einer Position  $L_4$  angeordnet ist, bei der fast keine oder eine geringfügige Änderung in dem Vorspannmagnetfeld und in dem Magnetwiderstand des zweiten magnetoresistiven Elements **25** vorhanden ist, kann ferner ein besseres Betriebsverhalten beim Erfassen der Position eines Zahns **12a** oder einer Ausnehmung **12b** im Vergleich mit der zweiten Ausführungsform sichergestellt werden, selbst wenn die ersten und zweiten magnetoresistiven Elemente **24** und **25** in der Drehelement-Ausrichtungsrichtung, d. h. in einer radialen Richtung des Drehelements **11**, verschoben oder versetzt sind.

#### Ausführungsform 4

**[0069]** Die **Fig. 9A** bis **Fig. 9C** zeigen eine magnetische Erfassungsvorrichtung gemäß einer vier-

ten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 9A** zeigt die Anordnung der magnetischen Erfassungsvorrichtung dieser Ausführungsform, und die **Fig. 9B bis Fig. 9D** zeigen die Stärke eines Vorspannmagnetfelds, das an das magnetoresistive Element **15** angelegt wird, wenn die Länge (M) des Magneten **14** in der radialen Richtung des Drehelements **11** bezüglich eines Abstands (N) zwischen dem Paar von Polvorsprüngen **21a** und **21b** der magnetischen Führung **11** verändert wird.

**[0070]** In dieser Ausführungsform, wie sich der **Fig. 9B** entnehmen lässt, ist es durch Vergrößern der Länge (M) des Magneten **14** in der Drehelement-Ausrichtungsrichtung (d. h. in einer radialen Richtung des Drehelements **11**) auf einen Wert, der gleich oder größer wie der Abstand (N) zwischen dem Paar von Polvorsprüngen **21a** und **21b** ist, möglich, eine Änderung in dem Vorspannmagnetfeld, das an das magnetoresistive Element **15** angelegt wird, aufgrund einer Verschiebung oder Versetzung in der Position davon in einer radialen Richtung des Drehelements **11** zu verringern. Zusätzlich kann eine große Differenz in dem Magnetfeld, das an das magnetoresistive Element **15** zwischen einem Zahn **12a** und einer Ausnehmung **12b** angelegt wird, erhalten werden. Selbst wenn das magnetoresistive Element **15** in seiner Position in der Drehelement-Ausrichtungsrichtung verschoben oder versetzt ist, kann das magnetoresistive Element **15** ein stark verbessertes Betriebsverhalten beim Erfassen der Position eines Zahns **12a** oder einer Ausnehmung **12b** sicherstellen, wodurch die Positionserfassungsgenauigkeit verbessert wird.

#### Ausführungsform 5

**[0071]** Die **Fig. 10A** und **Fig. 10B** zeigen die Anordnung einer magnetischen Erfassungsvorrichtung gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 10A** ist eine Draufsicht davon und **Fig. 10B** ist eine Seitenansicht davon. **Fig. 11** zeigt ein Vorspannmagnetfeld, das an das magnetoresistive Element **15** angelegt wird, wenn eine Breite (Q) des Paares von Polvorsprüngen **21a** und **21b** der magnetischen Führung **21** bezüglich einer Breite (P) des Magneten **14** verändert wird.

**[0072]** In dieser Ausführungsform, wie sich der **Fig. 11** entnehmen lässt, ist es, indem die Breite (Q) des Paares von Polvorsprüngen **21a** und **21b** der magnetischen Führung **21** gleich zu der Breite (P) des Magneten **14** gemacht wird, möglich, effektiver eine Änderung in dem Vorspannmagnetfeld, das an das magnetoresistive Element **15** angelegt ist, aufgrund einer Verschiebung oder Versetzung in der Position eines Erfassungselements **60** zu unterdrücken.

#### Ausführungsform 6

**[0073]** Eine sechste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verwendet ein großes magnetoresistives Element (Giant Magnetoresistive Element; nachstehend einfach als ein "GMR Element" bezeichnet) als ein magnetisches Erfassungselement.

**[0074]** Das GMR Element ist ein geschichtetes oder gestapeltes Produkt, ein sogenannter "künstlicher Gitterfilm", der durch alternierendes Aufstapeln einer Vielzahl von magnetischen Schichten und einer Vielzahl von nicht-magnetischen Schichten jeweils mit einer Dicke von einigen wenigen Angström bis 10 Angström gebildet ist.  $(\text{Fe/Cr})_n$ ,  $(\text{Permalloy/Cu/Co/Cu})_n$ , und  $(\text{Co/Cu})_n$  ("n" ist die Anzahl von aufgestapelten Schichten) sind als GMR Elemente bekannt. Das GMR Element weist einen MR Effekt (MR Änderungsrate) auf, der weit größer als derjenige eines herkömmlichen magnetoresistiven Elements (nachstehend als ein "MR Element" bezeichnet) ist. Zusätzlich ist das GMR Element ein magnetoempfindliches Element in einer Ebene. Das heißt, der magnetische Widerstand oder die Reluktanz (magnetischer Widerstand) des GMR Elements hängt ausschließlich von einem relativen Winkel, der von den Magnetisierungsrichtungen der benachbarten magnetischen Schichten eingeschlossen wird, ab, so dass das GMR Element die gleiche Änderung im Widerstand bezüglich des Stroms, der durch das GMR Element fließt, unabhängig von der Richtung eines daran angelegten externen Magnetfelds relativ zu der Flussrichtung des Stroms aufweist. Jedoch kann das GMR Element eine magnetische Anisotropie aufweisen, indem die Breite eines magnetischen Reluktanzmusters verschmälert wird.

**[0075]** Ferner weist das GMR Element eine Hysterese in der Änderung im Widerstand, die durch eine Änderung in einem daran angelegten Magnetfeld verursacht wird, auf und es weist auch eine Temperaturcharakteristik, insbesondere einen großen Temperaturkoeffizienten, auf. Es sei darauf hingewiesen, dass **Fig. 12** die MR Schleifencharakteristik eines GMR Elements zeigt.

**[0076]** Durch Verwenden eines GMR Elements als ein magnetoelektrisches Umwandlungselement kann das Signal-zu-Rausch-Verhältnis (S/N Verhältnis) verbessert werden und eine Rauschtoleranz kann erhöht werden.

#### Ausführungsform 7

**[0077]** Die **Fig. 13A** und **Fig. 13B** zeigen die Anordnung einer magnetischen Erfassungsvorrichtung gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. **Fig. 13A** ist eine Draufsicht davon und **Fig. 13B** ist eine Seitenansicht davon. Zusätzlich ist

**Fig. 14** ein elektrisches Schaltbild der magnetischen Erfassungsvorrichtung der **Fig. 13**.

**[0078]** In dieser Ausführungsform weist eine magnetische Führung **100** drei Polvorsprünge auf, d. h. einen ersten Polvorsprung **100a**, einen zweiten Polvorsprung **100b** und einen dritten Polvorsprung **100c**. Ein erstes magneto-resistives Element **26** und ein zweites magneto-resistives Element **27** sind zwischen dem ersten Polvorsprung **100a** und dem zweiten Polvorsprung **100b** angeordnet und ein drittes magneto-resistives Element **28** und ein viertes magneto-resistives Element **29** sind zwischen dem zweiten Polvorsprung **100b** und dem dritten Polvorsprung **100c** angeordnet.

**[0079]** **Fig. 15** zeigt die Betriebswellenformen der magnetischen Erfassungsvorrichtung dieser siebten Ausführungsform. Eine Spannungsänderung an einem Mittelpunkt G zwischen dem zweiten magneto-resistiven Element **27** und dem vierten magneto-resistiven Element **29** ist die Umkehrung einer Spannungsänderung an einem Mittelpunkt F zwischen dem ersten magneto-resistiven Element **26** und dem dritten magneto-resistiven Element **28**. Deshalb lässt sich ersehen, dass der Ausgang der Verstärkungsschaltung im Vergleich mit dem Fall der dritten Ausführungsform verdoppelt ist und somit die Positionserfassungsgenauigkeit entsprechend verbessert ist.

**[0080]** Obwohl in den voranstehend erwähnten jeweiligen Ausführungsformen das magnetische Bewegen der Objekte so beschrieben worden ist, dass es das Drehelement umfasst, ist es natürlich nicht auf eine derartige Form begrenzt, sondern kann irgendeine andere geeignete Form aufweisen. Ferner ist die Anzahl von Lücken zwischen benachbarten Polvorsprüngen so gezeigt und beschrieben worden, dass sie nur bis zu zwei sind, aber die vorliegende Erfindung ist genauso auf den Fall anwendbar, wo drei oder mehr Lücken vorhanden sind. Zusätzlich kann die Anzahl von magneto-resistiven Elementen vier oder mehr sein.

**[0081]** Wie voranstehend beschrieben, können die folgenden Vorteile gemäß der vorliegenden Erfindung erhalten werden.

**[0082]** Eine magnetische Erfassungsvorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst: wenigstens ein magnetoelektrisches Umwandlungselement, welches angeordnet ist, um auf einen erfassten Abschnitt eines magnetischen sich bewegenden Objekts gerichtet zu sein; einen Magneten mit einer Magnetisierungsrichtung davon in einer Richtung senkrecht zu einer radialen Richtung des magnetischen sich bewegenden Objekts orientiert, in der der Magnet auf das magnetische sich bewegende Objekt gerichtet ist; und eine magnetische Führung mit wenigstens zwei Polvorsprüngen, die in einer beabstandeten Bezie-

hung zueinander in einer radialen Richtung des magnetischen sich bewegenden Objekts gebildet sind, in der die magnetische Führung auf den erfassten Abschnitt des magnetischen sich bewegenden Objekts gerichtet ist; wobei das wenigstens eine magneto-elektrische Umwandlungselement zwischen den Polvorsprüngen angeordnet ist, bei einer Betrachtung von einer Richtung senkrecht zu der radialen Richtung des magnetischen sich bewegenden Objekts, in der die magnetische Führung auf den erfassten Abschnitt des magnetischen sich bewegenden Objekts gerichtet ist. Mit der obigen Anordnung ist das magnetoelektrische Umwandlungselement an einer Position, an der fast keine oder eine geringfügige Änderung in einem daran angelegten Vorspannmagnetfeld vorhanden ist, so dass ein Positionserfassungs-Betriebsverhalten im wesentlichen unbeeinflusst ist, selbst wenn das magnetoelektrische Umwandlungselement in einer Ausrichtungsrichtung des magnetischen sich bewegenden Objekts, d. h. in einer radialen Richtung des magnetischen sich bewegenden Objekts, verschoben oder versetzt ist. Demzufolge kann ein gutes Positionserfassungs-Betriebsverhalten für den erfassten Abschnitt sichergestellt werden, selbst wenn eine Verschiebung oder eine Versetzung in der Position des magnetoelektrischen Umwandlungselements stattfindet.

**[0083]** Zusätzlich ist gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung das wenigstens eine magnetoelektrische Umwandlungselement entfernt von einem Raum zwischen dem benachbarten Polvorsprüngen in der Nähe oder von dem magnetischen sich bewegenden Objekt angeordnet, bei einer Betrachtung in einer Richtung senkrecht zu einer radialen Richtung des magnetischen sich bewegenden Objekts, in der das wenigstens eine magnetoelektrische Umwandlungselement auf den erfassten Abschnitt des magnetischen sich bewegenden Objekts gerichtet ist. Somit kann die Temperaturkoeffizienten-Änderungscharakteristik des magneto-resistiven Elements bezüglich einer Temperaturänderung ausgelöscht werden, wodurch ein exzellentes Betriebsverhalten bei der Erfassung der Position eines erfassten Abschnitts selbst bei Temperaturschwankungen sichergestellt werden kann.

**[0084]** Gemäß einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die magnetische Führung ferner drei oder mehrere Polvorsprünge auf, wobei das wenigstens eine magnetoelektrische Umwandlungselement zwischen irgendwelchen benachbarten der Polvorsprünge jeweils angeordnet ist. Somit ist es möglich, nicht nur ein gutes Betriebsverhalten beim Erfassen der Position des erfassten Abschnitts und der Temperaturschwankungen sicherzustellen, sondern auch die Amplitude des Ausgangs der Verstärkungsschaltung zu vergrößern, um dadurch die Erfassungsgenauigkeit zu verbessern. Selbst wenn das magnetoelektrische Umwandlungs-

element in einer Ausrichtungsrichtung des magnetischen sich bewegenden Objekts verschoben oder versetzt ist, kann abgesehen davon ein besseres Positionserfassungs-Betriebsverhalten für den erfassten Abschnitt sichergestellt werden.

**[0085]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der Magnet ferner eine Länge in einer radialen Richtung des magnetischen sich bewegenden Objekts auf, in der das magneto-elektrische Umwandlungselement auf den erfassten Abschnitt des magnetischen sich bewegenden Objekts gerichtet ist, auf, die größer als ein Abstand zwischen den Polvorsprüngen ist. Selbst wenn das magneto-elektrische Umwandlungselement in einer Ausrichtungsrichtung des magnetischen sich bewegenden Objekts verschoben oder versetzt wird, kann mit dieser Anordnung ein besseres Positionserfassungs-Betriebsverhalten für den erfassten Abschnitt sichergestellt werden und gleichzeitig kann die Positionserfassungsgenauigkeit verbessert werden.

**[0086]** Gemäß einer noch weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die magnetische Führung zusätzlich eine Breite in einer Richtung senkrecht zu einer radialen Richtung des magnetischen sich bewegenden Objekts auf, in der die Polvorsprünge auf den erfassten Abschnitt des magnetischen sich bewegenden Objekts gerichtet sind, die im wesentlichen gleich zu einer Breite des Magneten in einer Richtung senkrecht zu einer radialen Richtung des magnetischen sich bewegenden Objekts ist, in der der Magnet auf den erfassten Abschnitt des magnetischen sich bewegenden Objekts gerichtet ist. Selbst wenn das magneto-elektrische Umwandlungselement in einer Umfangsrichtung des magnetischen sich bewegenden Objekts verschoben oder versetzt wird, ist es mit dieser Anordnung möglich, ein besseres Positionserfassungs-Betriebsverhalten für den erfassten Abschnitt sicherzustellen.

**[0087]** Gemäß einer noch weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst das magneto-elektrische Umwandlungselement abgesehen davon ein magnetoresistives Element. Somit ist es möglich, die magnetischen Erfassungsvorrichtung bei geringen Kosten herzustellen.

**[0088]** Noch weiter umfasst das magneto-elektrische Umwandlungselement gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ein großes magnetoresistives Element (Giant Magnetoresistance Element). Somit kann das Signal-zu-Rausch-Verhältnis verbessert werden, wodurch die Rauschtoleranz verbessert wird.

## Patentansprüche

1. Magnetische Erfassungsvorrichtung zum Erfassen eines Bereiches (**12a**) eines beweglichen magnetischen Elements (**11**), das um eine Achse (**10**) drehbar ist, umfassend
  - einen Magneten (**14**), der zum beweglichen magnetischen Element (**11**) und zu dessen Bereich (**12a**) in radialer Richtung angeordnet ist, wenn dieser Bereich (**12a**) während der Drehbewegung des beweglichen magnetischen Elements (**11**) den Magneten (**14**) passiert, wobei der Magnet (**14**) mit einer Magnetisierungsrichtung senkrecht zu der radialen Richtung ausgerichtet ist und eine Fläche aufweist, die sich parallel zu der radialen Richtung erstreckt;
  - eine magnetische Führung (**21; 100**), die sich in einer Richtung längs der Fläche des Magneten (**14**) erstreckt und dem Bereich (**12a**) des beweglichen magnetischen Elements (**11**) gegenüber liegt, wenn bei dessen Drehbewegung der Bereich (**12a**) die magnetische Führung (**21; 100**) passiert, wobei die magnetische Führung (**21; 100**) wenigstens zwei Polvorsprünge (**21a, 21b; 100a, 100b, 100c**) aufweist, welche in gegenseitigem Abstand längs der radialen Richtung des beweglichen magnetischen Element (**11**) angeordnet sind, und freie Endbereiche der wenigstens zwei Polvorsprünge (**21a, 21b; 100a, 100b, 100c**) der magnetischen Führung (**21; 100**) sich senkrecht zu der Fläche des Magneten (**14**) erstrecken; und
  - wenigstens ein magneto-elektrisches Umwandlungselement (**15; 22, 23; 24, 25; 26, 27, 28, 29**), das bei Betrachtung senkrecht zur radialen Richtung des beweglichen magnetischen Elements (**11**) zu diesem in dessen radialer Richtung zwischen zwei benachbarten der wenigstens zwei Polvorsprünge (**21a, 21b; 100a, 100b, 100c**) angeordnet ist.
2. Magnetische Erfassungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei welcher der Magnet (**14**) stabförmig ist.
3. Magnetische Erfassungsvorrichtung nach Anspruch 2, bei welcher die magnetischen Führung (**21; 100**) auf der Fläche des stabförmigen Magneten (**14**) derart angeordnet ist, dass die wenigstens zwei Polvorsprünge (**21a, 21b; 100a, 100b, 100c**) von der Fläche des Magneten (**14**) senkrecht zu dieser Fläche abstehen.
4. Magnetische Erfassungsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher der Magnet (**14**) in radialer Richtung des beweglichen magnetischen Elements sich in einer Länge (**M**) erstreckt, die größer ist als der Abstand zwischen den beiden äußersten der wenigstens zwei Polvorsprünge (**21a, 21b; 100a, 100b, 100c**) der magnetischen Führung (**21; 100**).
5. Magnetische Erfassungsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher die ma-

gnetische Führung (**21; 100**) in einer Richtung senkrecht zu der radialen Richtung des beweglichen magnetischen Elements (**11**) in welcher das wenigstens eine magnetoelektrische Umwandlungselement (**15; 22, 23; 24, 25; 26, 27, 28, 29**) dem Bereich (**12a**) des beweglichen magnetischen Elements zugewandt ist, eine Breite aufweist, die im wesentlichen der Breite des Magneten (**14**) in einer Richtung senkrecht zu der radialen Richtung des beweglichen magnetischen Elements (**11**) entspricht.

6. Magnetische Erfassungsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher die magnetische Führung (**21; 100**) wenigstens drei Polvorsprünge (**100a, 100b, 100c**) aufweist, wobei bei Betrachtung in einer Richtung senkrecht zur radialen Richtung des beweglichen magnetischen Elements (**11**) das wenigstens eine magnetoelektrische Umwandlungselement (**24, 25; 26, 27, 28, 29**) zwischen zweien der wenigstens drei Polvorsprüngen (**100a, 100b, 100c**) angeordnet ist.

7. Magnetische Erfassungsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher das wenigstens eine magnetoelektrische Umwandlungselement (**15; 22, 23; 24, 25; 26, 27, 28, 29**) ein magnetoresistives Element umfasst.

8. Magnetische Erfassungsvorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher das eine magnetoelektrische Umwandlungselement (**15; 22, 23; 24, 25; 26, 27, 28, 29**) ein magnetoresistives Großelement umfasst.

Es folgen 20 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1A

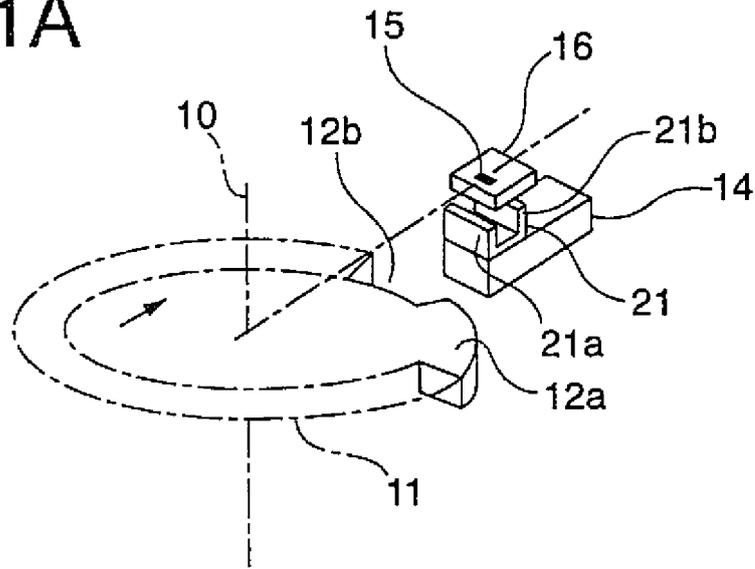


FIG. 1C

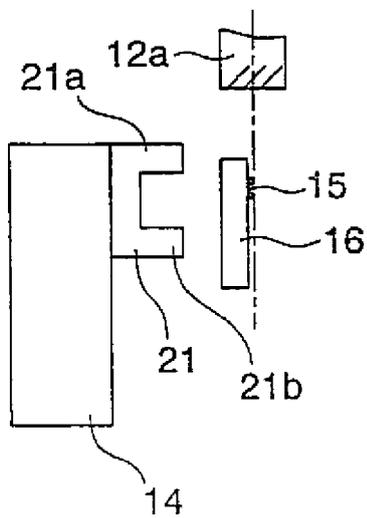


FIG. 1B

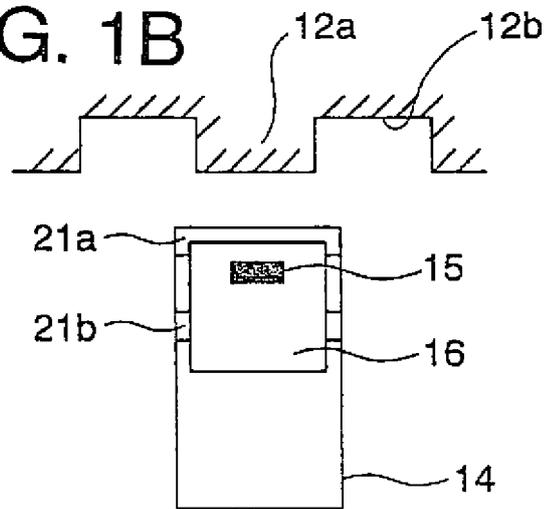


FIG. 2A

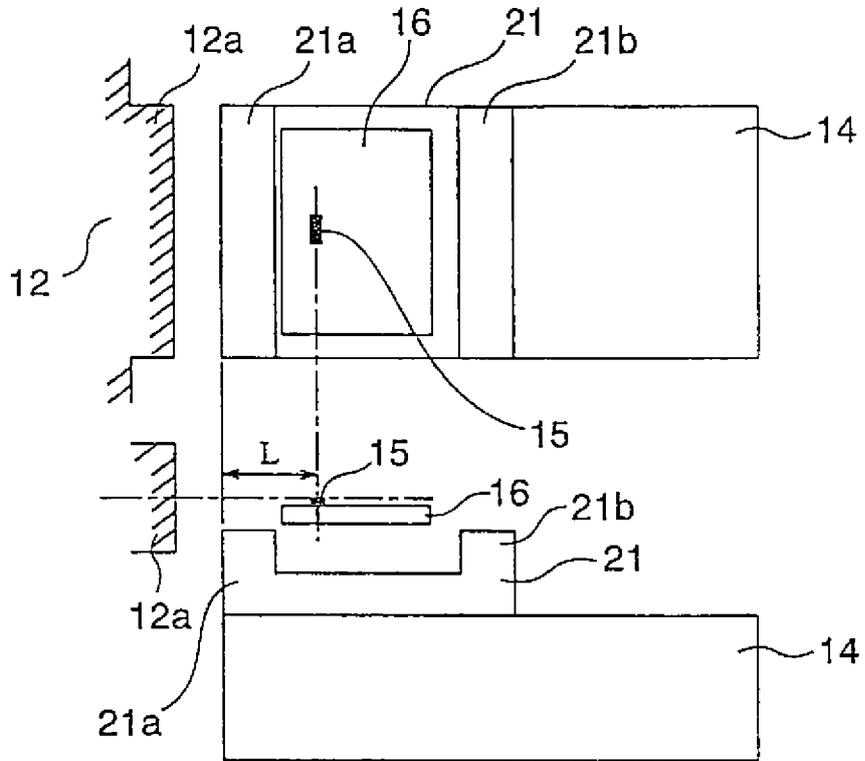


FIG. 2B

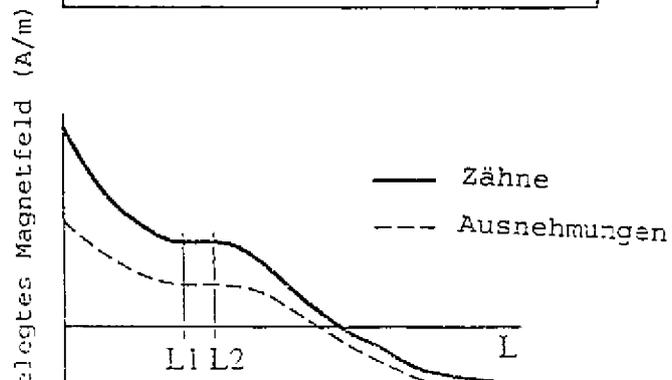


FIG. 2C

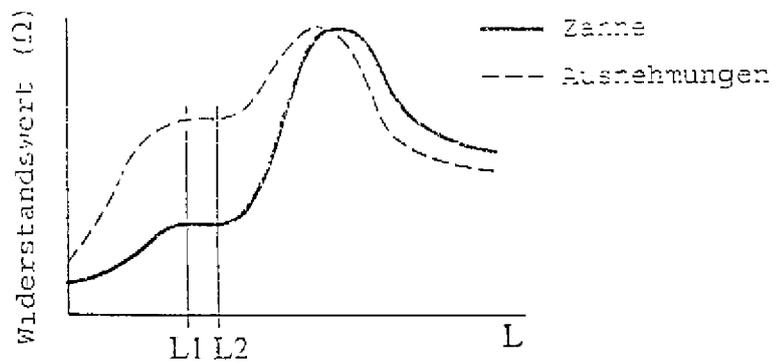


FIG. 3A

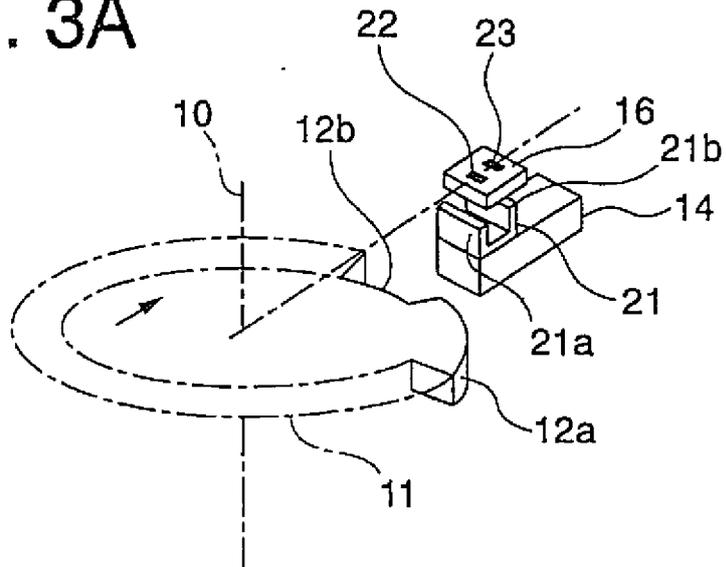


FIG. 3C

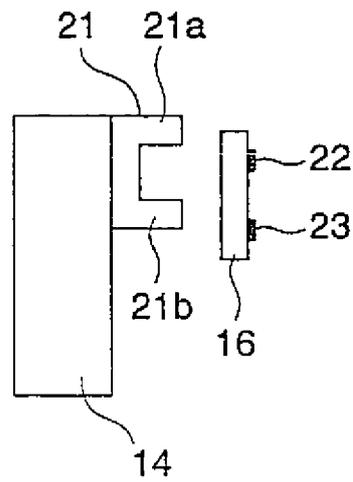


FIG. 3B

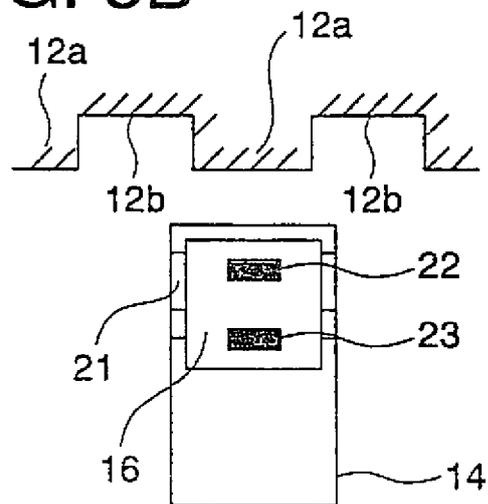


FIG. 4

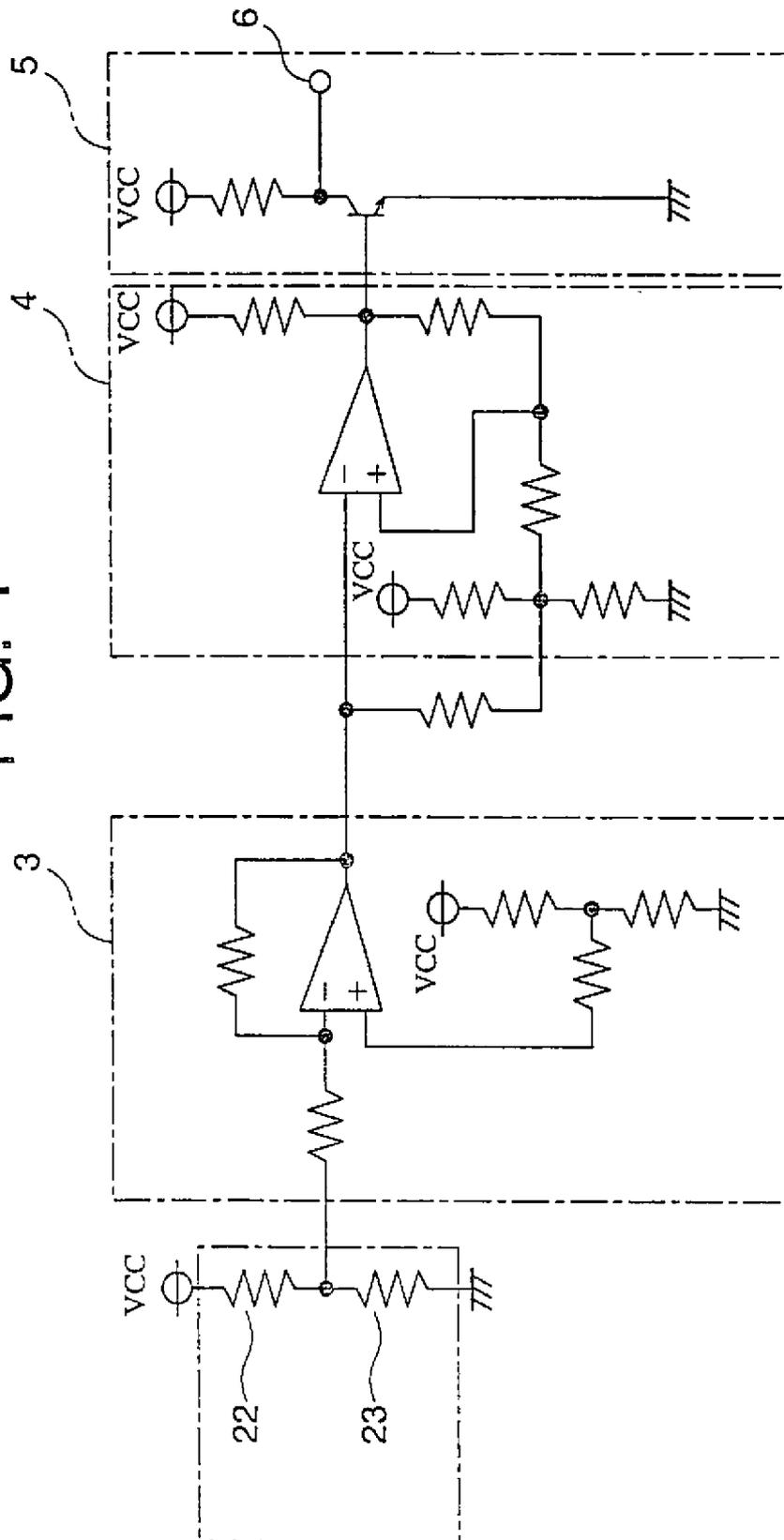


FIG. 5

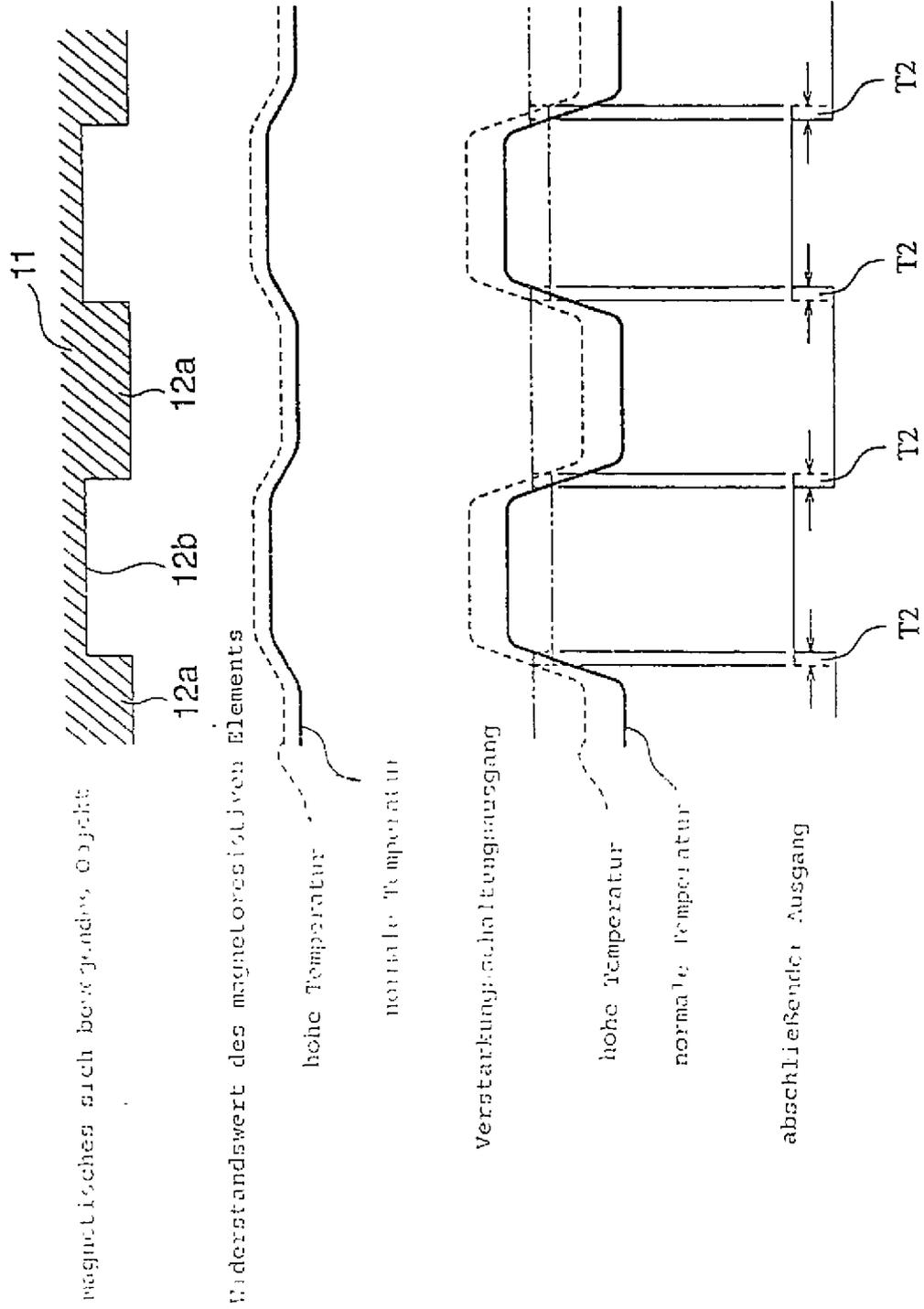


FIG. 6A

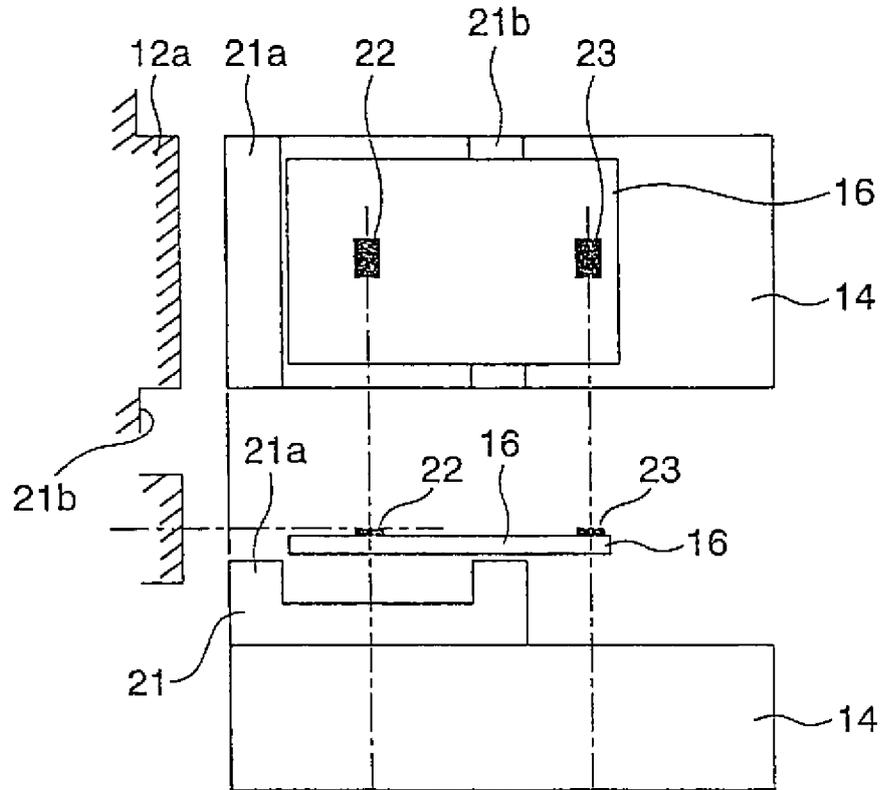


FIG. 6B

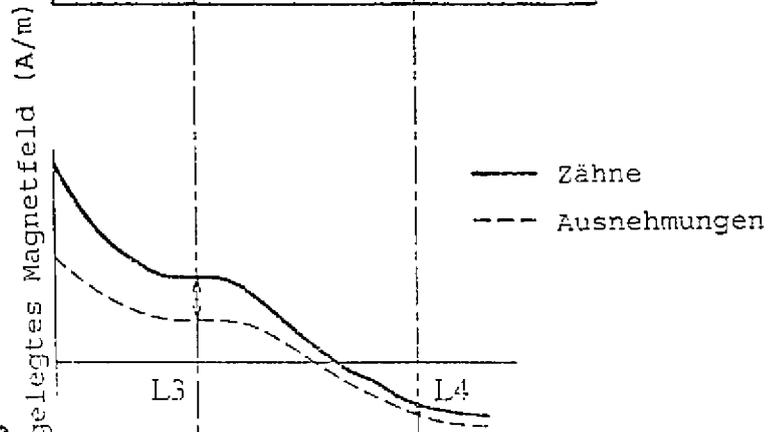


FIG. 6C

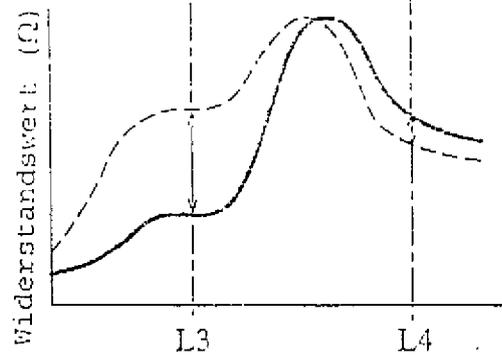


FIG. 7

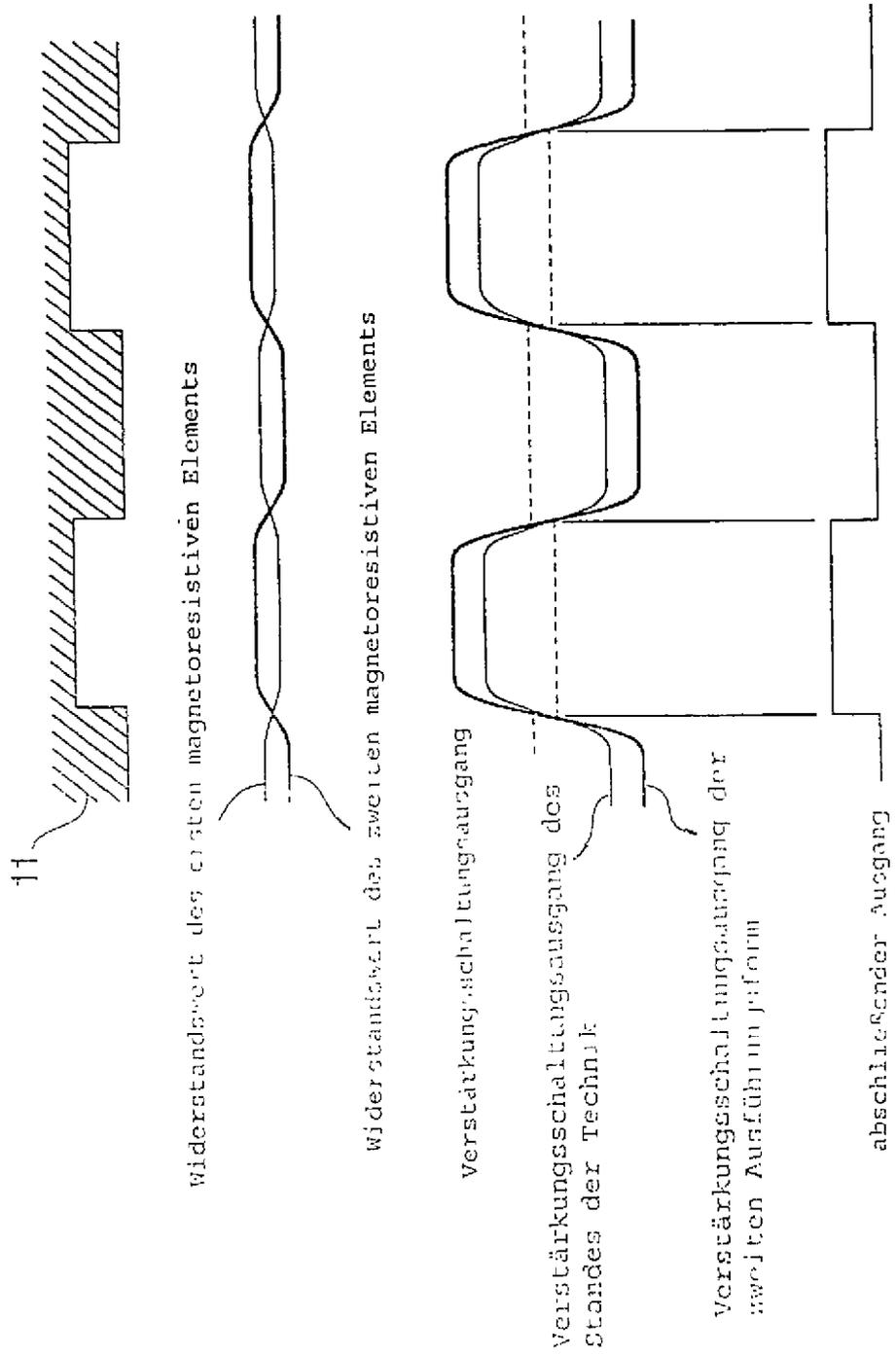


FIG. 8A

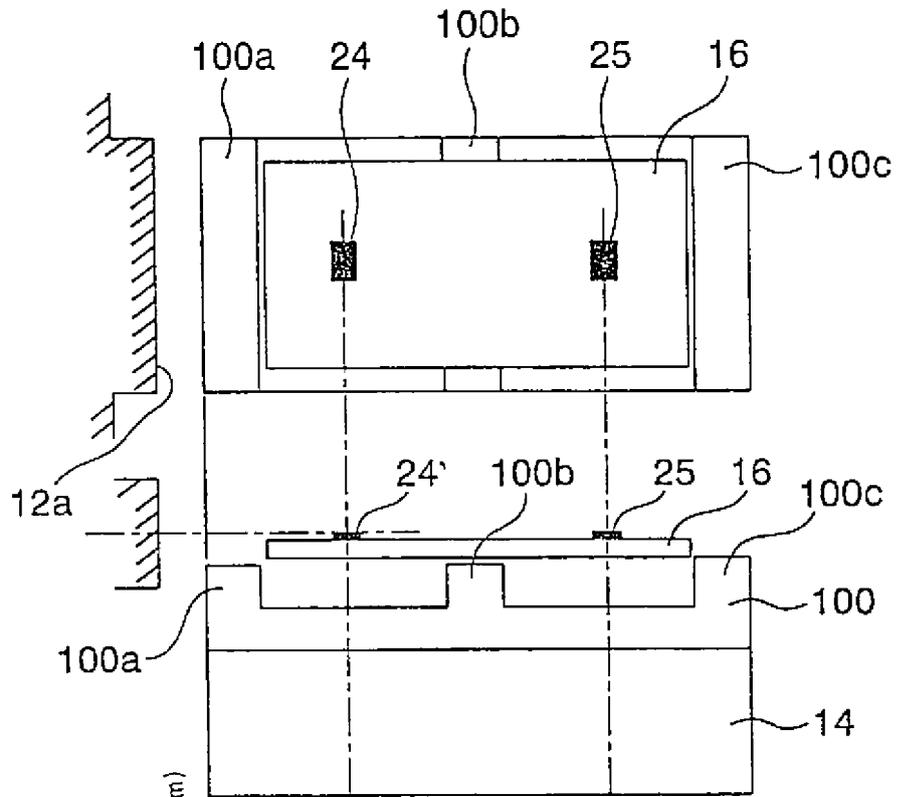


FIG. 8B

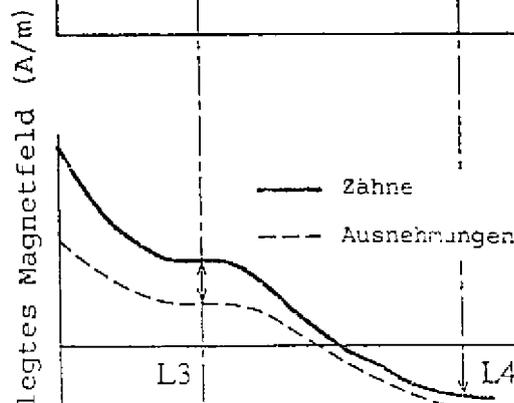


FIG. 8C

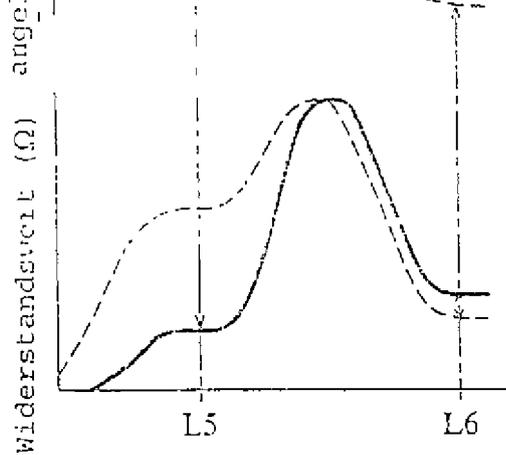


FIG. 9A

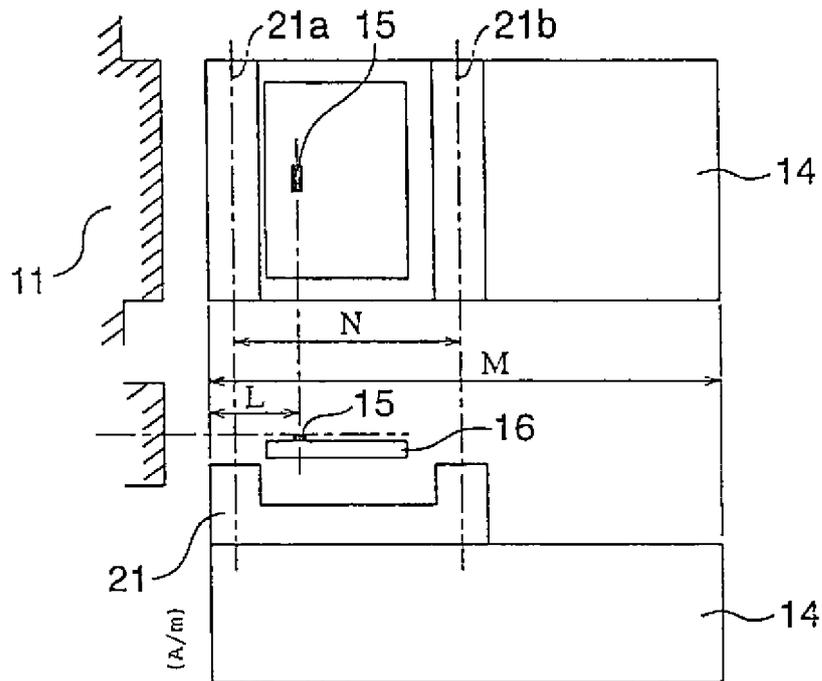


FIG. 9B

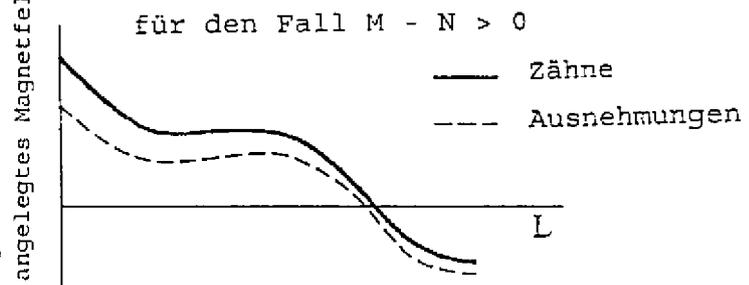


FIG. 9C

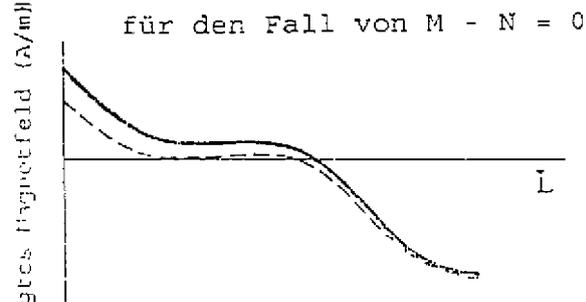


FIG. 9D

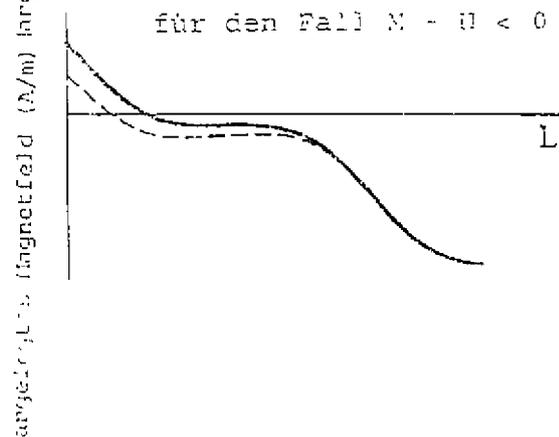


FIG. 10A FIG. 10B

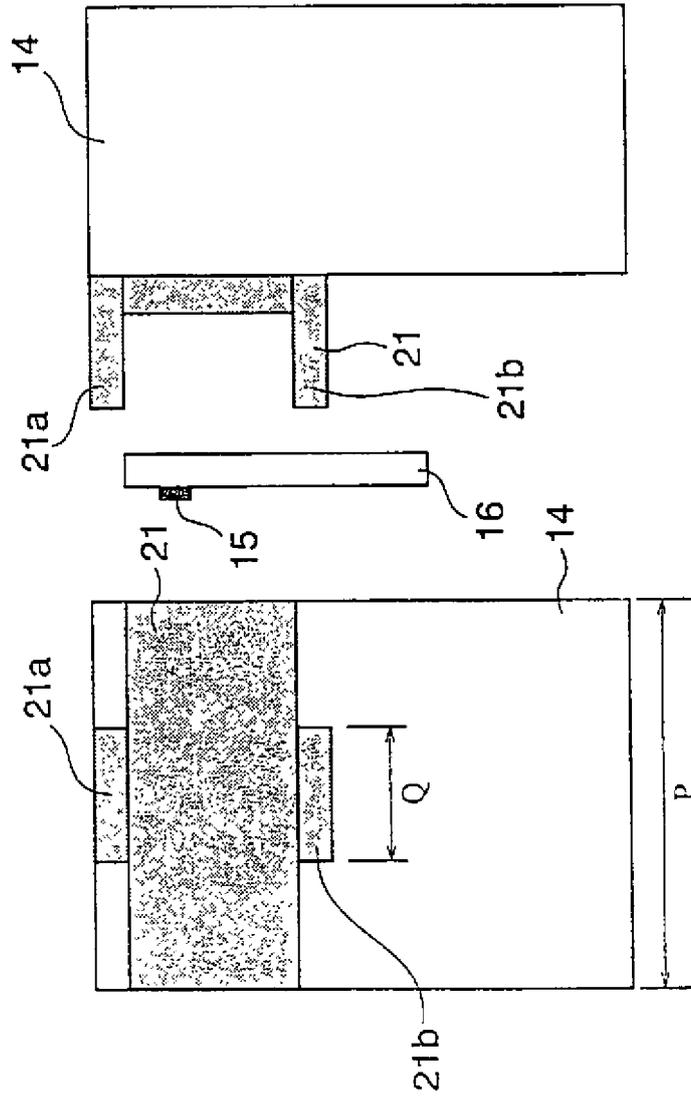


FIG. 11

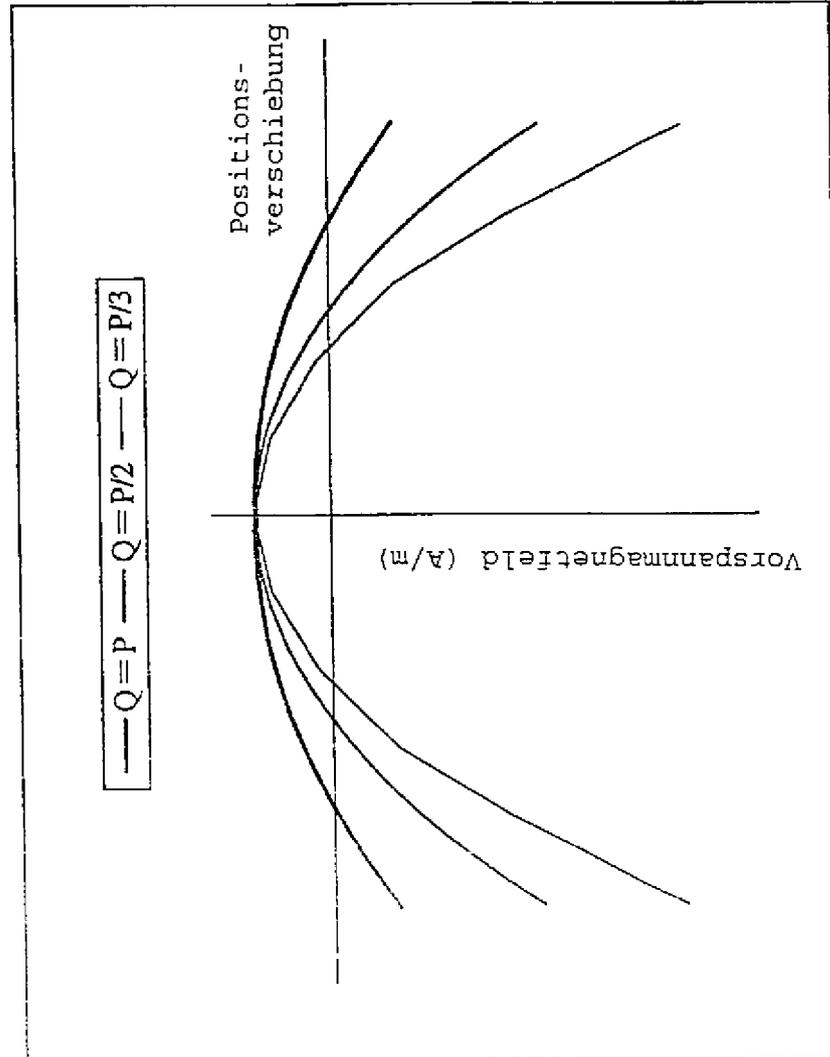
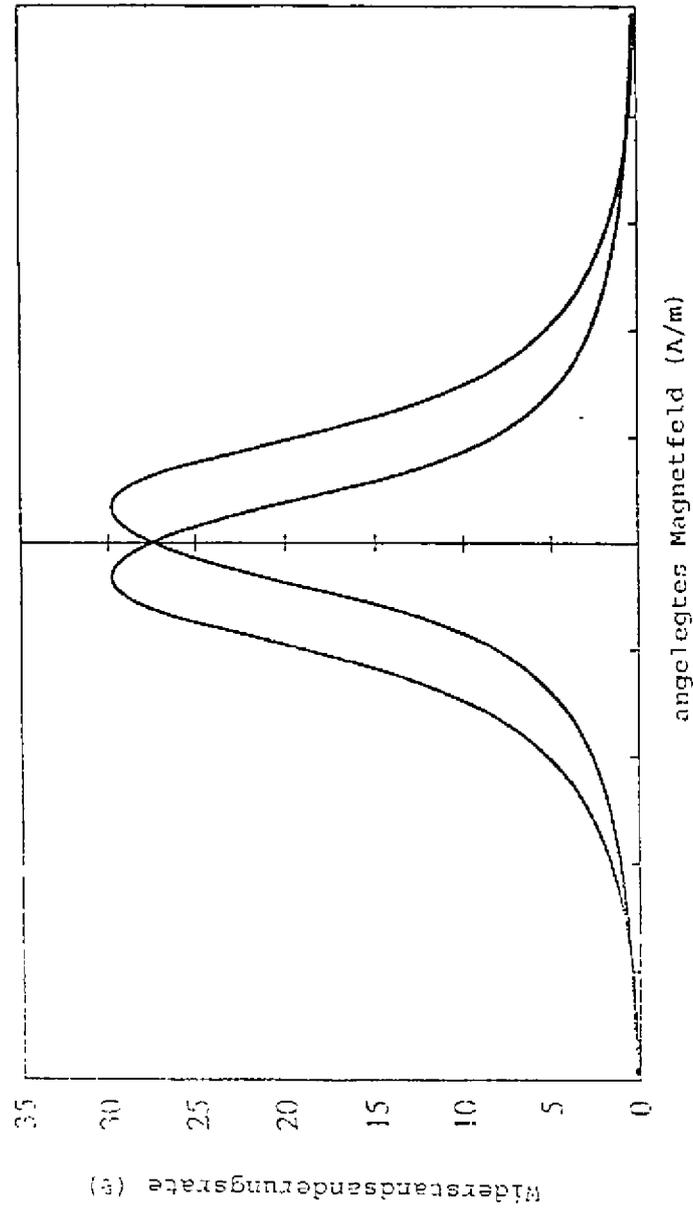


FIG. 12

MR Schleifencharakteristik



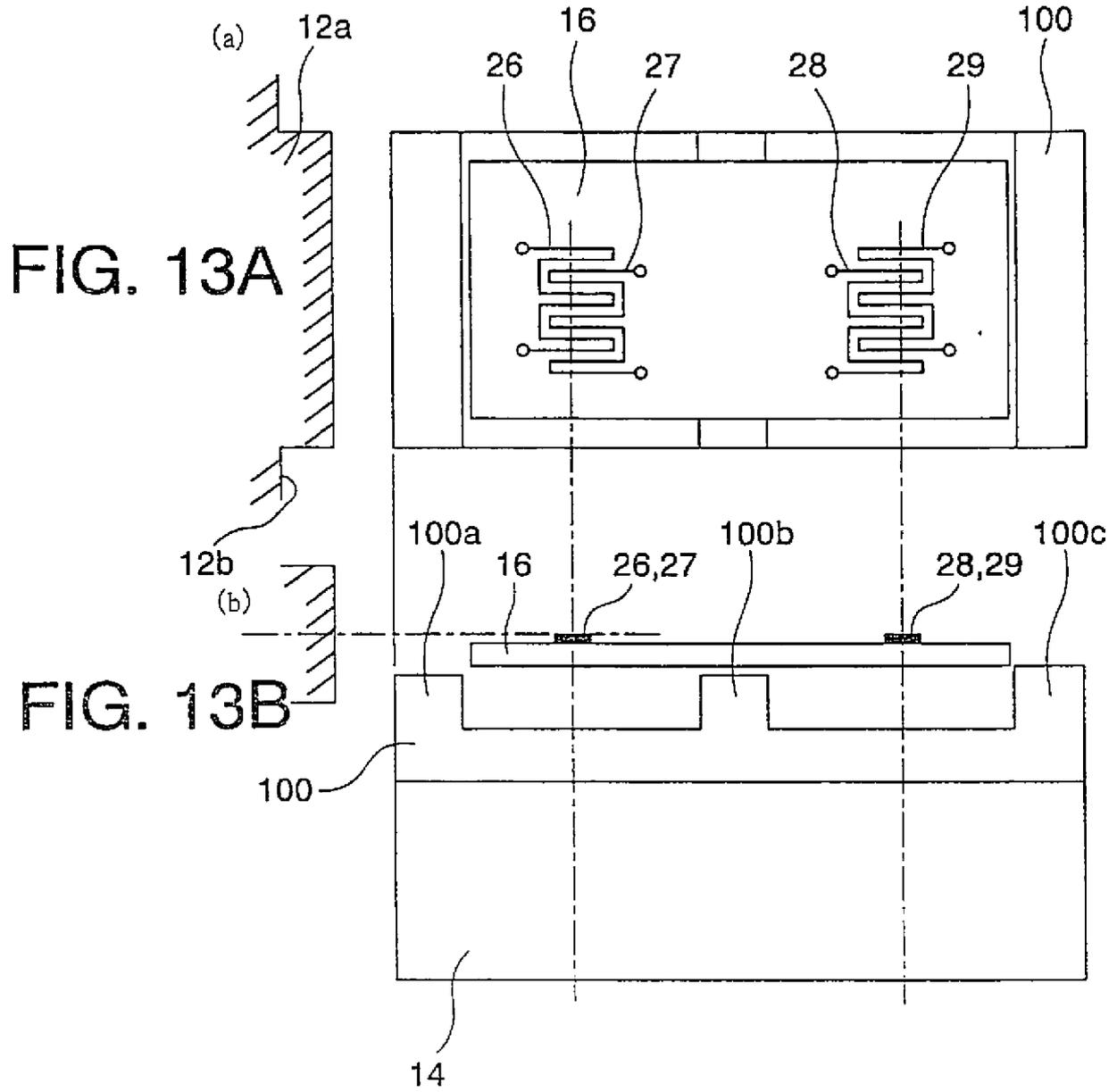


FIG. 14

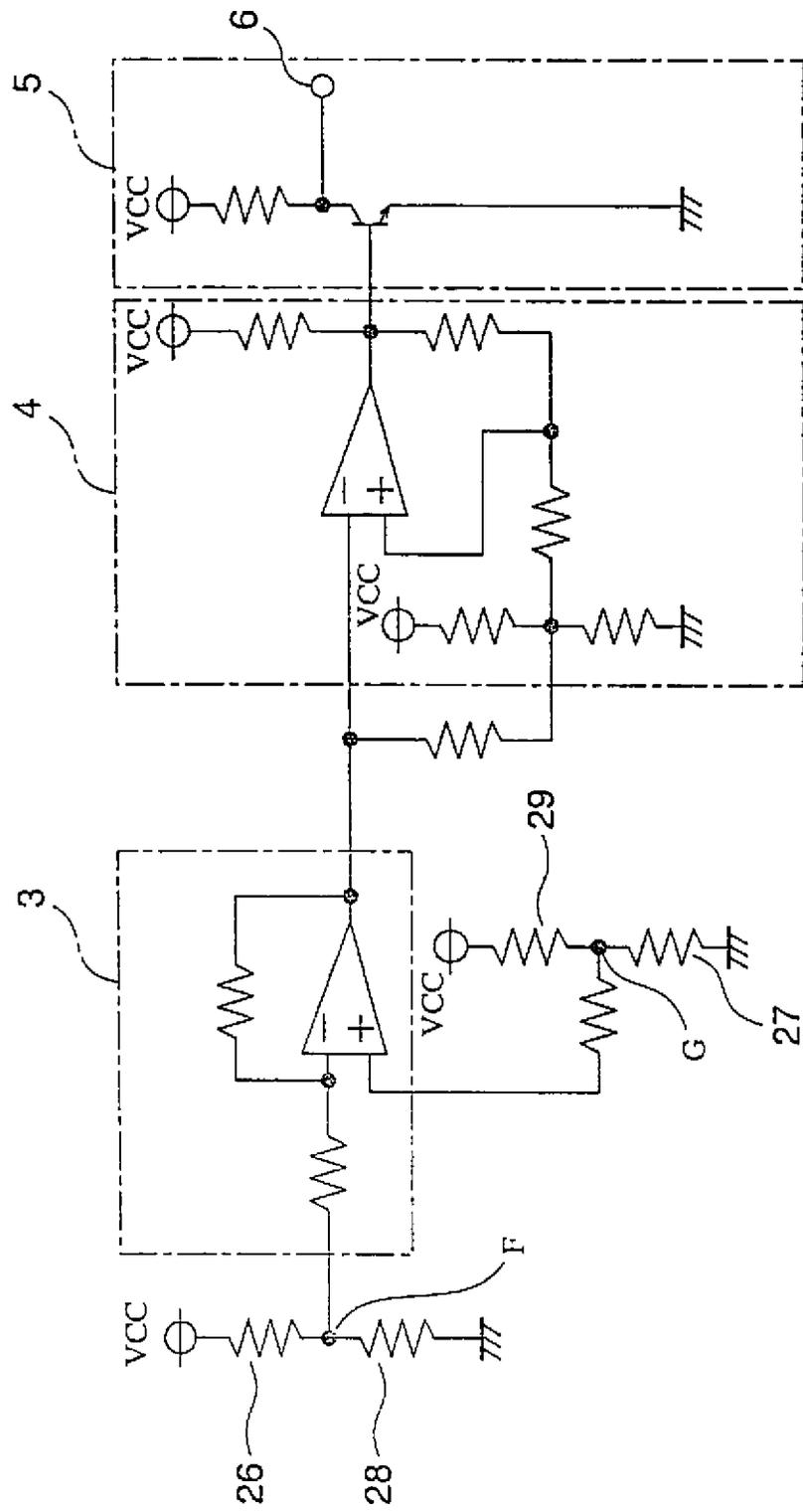
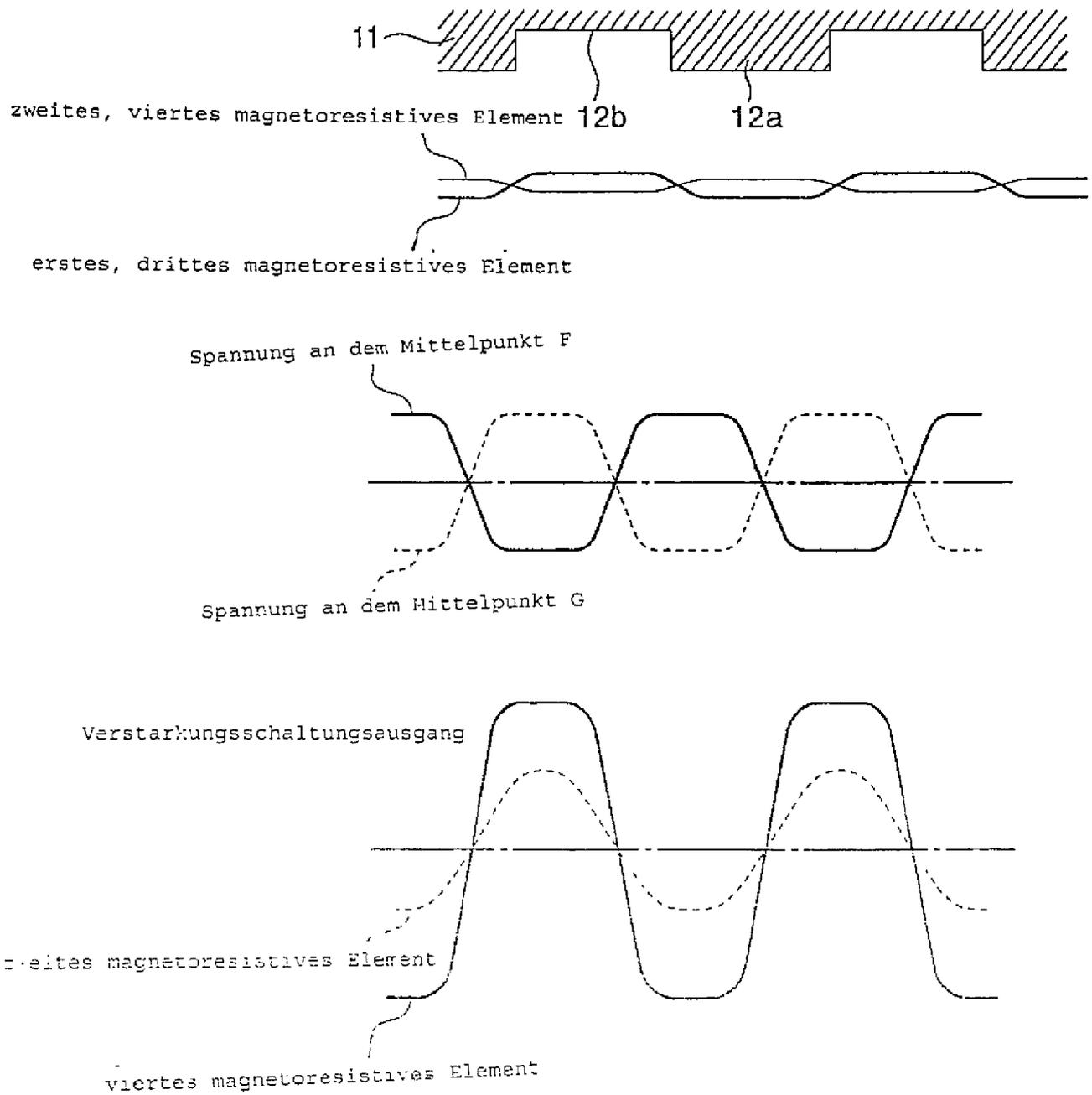
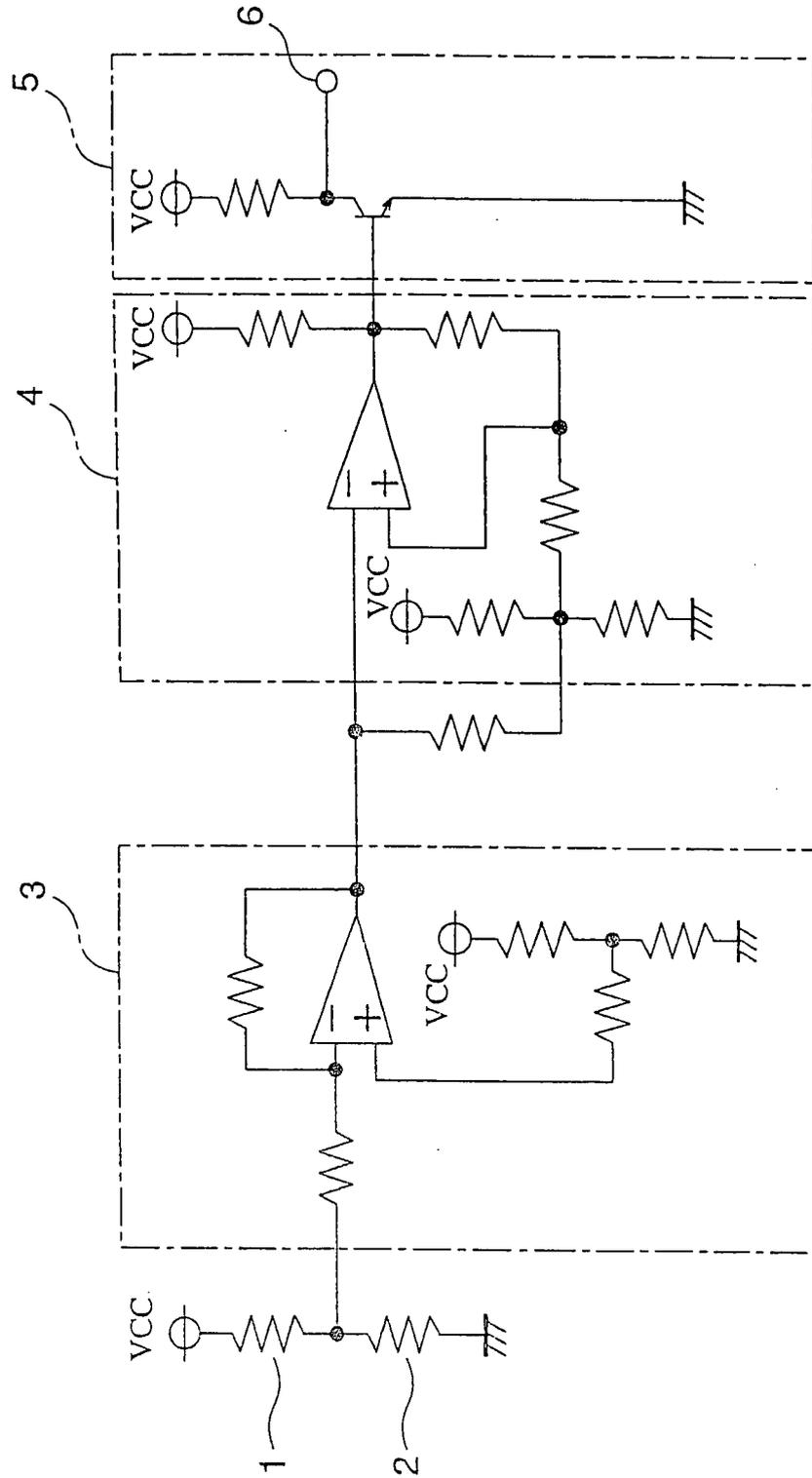


FIG. 15



STAND DER TECHNIK

FIG. 16



STAND DER TECHNIK

FIG. 17A

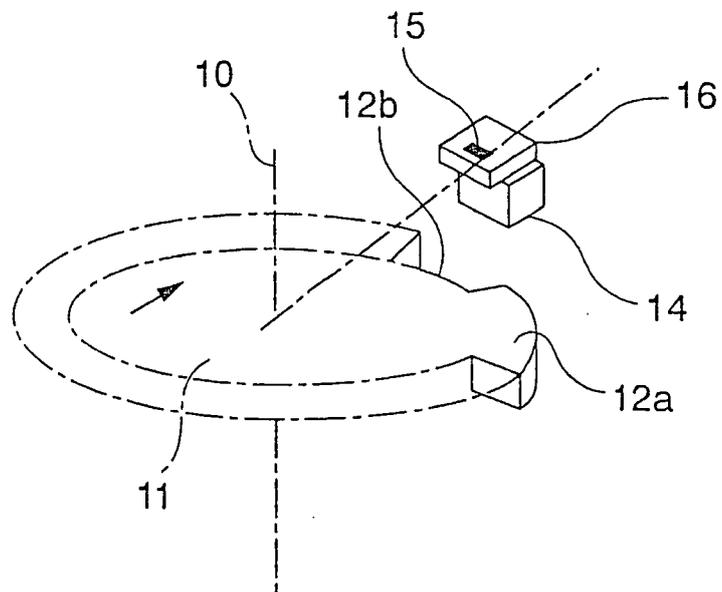


FIG. 17B

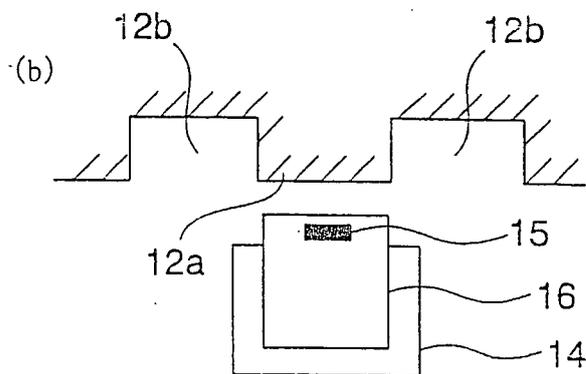


FIG. 18

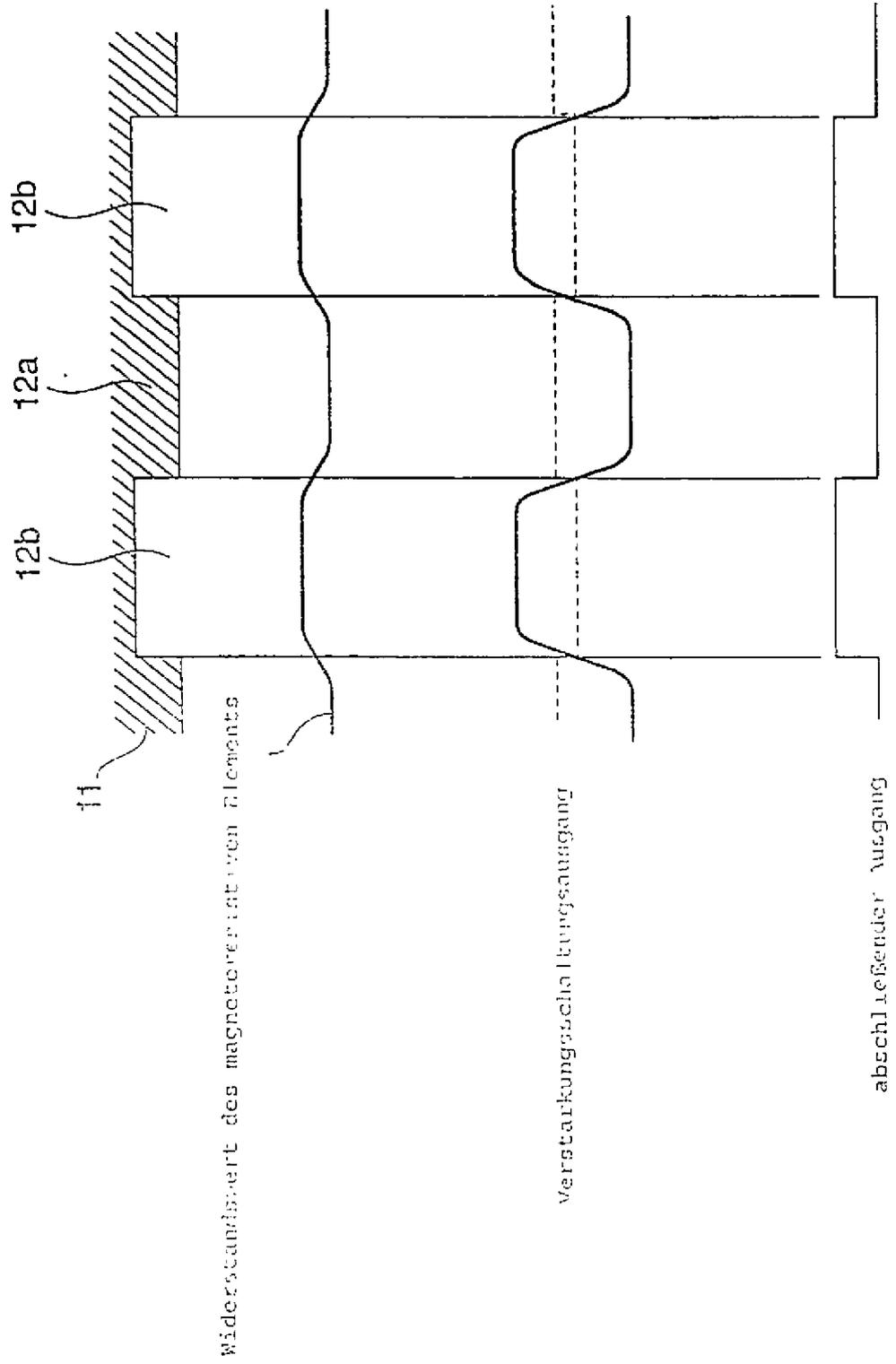


FIG. 19A

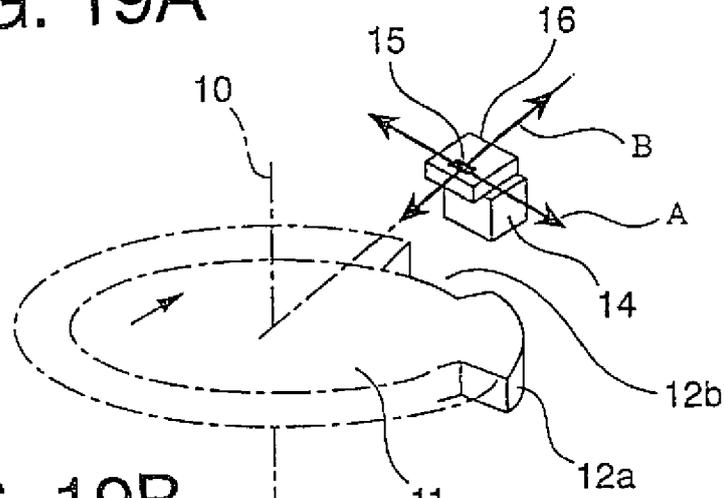


FIG. 19B

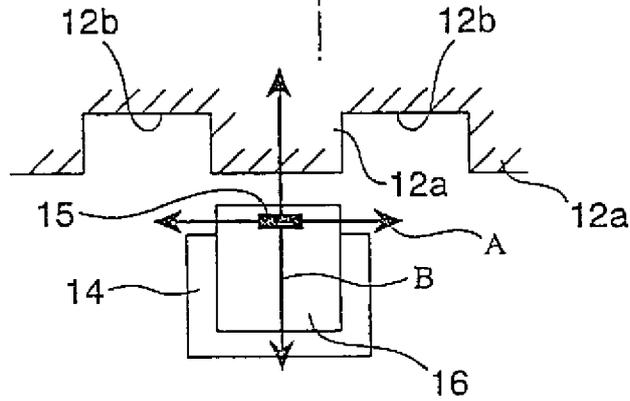


FIG. 19C

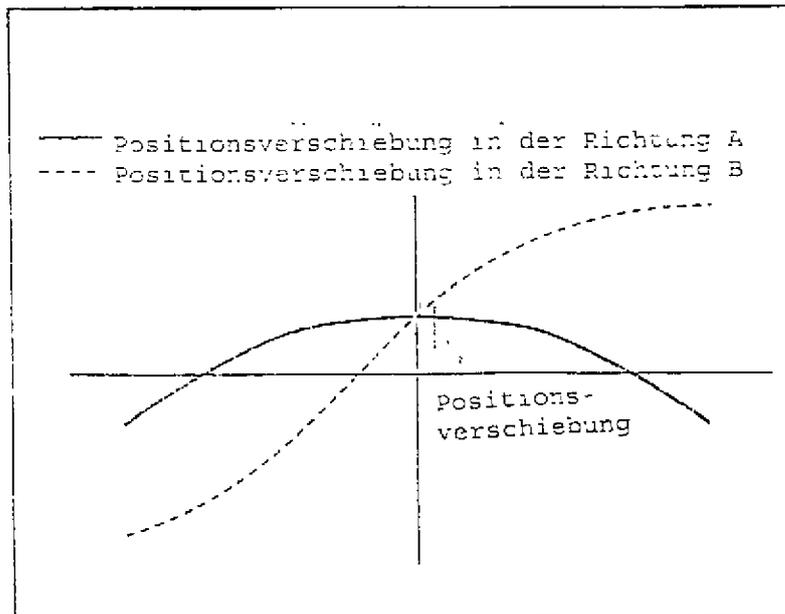


FIG. 20

