



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/111408**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 000 490.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2015/000283**
(86) PCT-Anmeldetag: **22.01.2015**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **30.07.2015**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **10.11.2016**

(51) Int Cl.: **G01R 15/20** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2014-010659	23.01.2014	JP
2014-070021	28.03.2014	JP
2015-007086	16.01.2015	JP

(71) Anmelder:

DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP; KYUSHU UNIVERSITY, NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION, Fukuoka-shi, Fukuoka, JP

(74) Vertreter:

Winter, Brandl, Fürniss, Hübner, Röss, Kaiser, Polte Partnerschaft mbB, Patentanwälte, 85354 Freising, DE

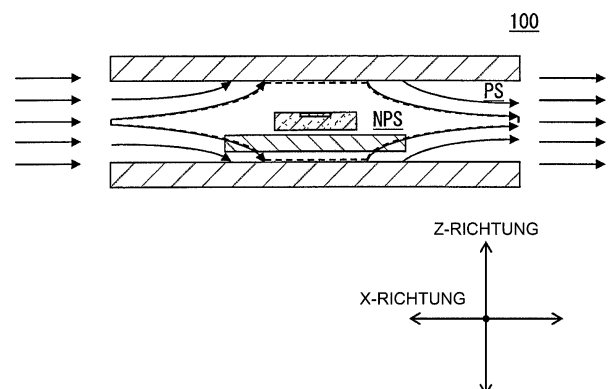
(72) Erfinder:

Nomura, Kousuke, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Sakai, Ryosuke, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Takashima, Masaki, Kariya-city, Aichi-pref., JP; Sasada, Ichiro, Fukuoka-shi, Fukuoka, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Stromerfassungssystem**

(57) Zusammenfassung: Ein Stromerfassungssystem beinhaltet: eine erste und eine zweite magnetische Platte (10, 20), die parallel mit einer vorbestimmten Distanz angeordnet sind; eine Stromschiene (30) zum Führen von Strom; und ein magnetoelektrisches Konversionselement (41), das eine laterale Richtungskomponente eines Messobjektmagnetflusses, der durch Strom erzeugt wird, der durch die Stromschiene fließt, in ein elektrisches Signal konvertiert. Wenn ein externer Magnetfluss in einer lateralen Richtung einen Aufnahmebereich (SS) zwischen der ersten und der zweiten magnetischen Platte passiert, eine Trajektorie des externen Magnetflusses durch die erste magnetische Platte und die zweite magnetische Platte gebeugt wird und der Aufnahmebereich in einen durchlässigen Raum (PS), den der externe Magnetfluss passiert, und einen undurchlässigen Raum (NPS) unterteilt ist, den der externe Magnetfluss nicht passiert. Die Stromschiene ist in dem Aufnahmebereich angeordnet. Das magnetoelektrische Konversionselement ist in dem undurchlässigen Raum angeordnet. Die Stromschiene und das magnetoelektrische Konversionselement sind in der Höhenrichtung ausgerichtet.



Beschreibung(QUERVERWEIS AUF
ZUGEHÖRIGE ANMELDUNGEN)

[0001] Diese Anmeldung basiert auf der am 23. Januar 2014 eingereichten japanischen Patentanmeldung mit der Nr. 2014-10659, der am 28. März 2014 eingereichten japanischen Patentanmeldung mit der Nr. 2014-70021 und der am 16. Januar 2015 eingereichten japanischen Patentanmeldung mit der Nr. 2015-7086 auf deren Offenbarungen vollinhaltlich Bezug genommen wird.

TECHNISCHES GEBIET

[0002] Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Stromerfassungssystem mit einer magnetischen Platte, einer Stromschiene und einem magnetoelektrischen Konversionselement.

HINTERGRUND

[0003] Herkömmlicherweise, wie beispielsweise in Patentdokument 1 dargestellt ist, ist eine Stromerfassungsvorrichtung zum Erfassen eines Werts eines Stroms, der durch einen Leiter fließt, durch ein magnetisches Erfassungselement offenbart und die Stromerfassungsvorrichtung beinhaltet einen magnetischen Abschirmkörper zum Bereitstellen einer magnetischen Abschirmungsregion, wobei das magnetische Erfassungselement in der magnetischen Abschirmungsregion angeordnet ist. Der magnetische Abschirmkörper besteht aus einem Paar magnetischer Platten, die die gleich dimensioniert sind. Der Leiter ist eine Stromschiene mit einer breiten Plattenform. Die magnetischen Platten des Paares magnetischer Platten liegen einander in einer Y-Richtung in einem Zustand gegenüber, in dem die magnetischen Platten beide Umfänge der Stromschiene in einer Breitenrichtung von außerhalb der Stromschiene einklemmen bzw. umgeben. Die Stromschiene und das magnetische Erfassungselement sind entlang einer Z-Richtung parallel angeordnet, die senkrecht zur Y-Richtung ist. Das magnetische Erfassungselement erfasst einen Magnetfluss entlang einer Richtung (beispielsweise der Y-Richtung), die senkrecht zur Z-Richtung ist.

[0004] Wie vorstehend beschrieben ist, sind in der Stromerfassungsvorrichtung, die in Patentdokument 1 beschrieben ist, die zwei magnetischen Platten in der Y-Richtung ausgerichtet. In diesem Fall, wenn ein externer magnetischer Fluss entlang der Z-Richtung auf das Paar der magnetischen Körper ausgeübt wird, wird der externe magnetische Fluss jeden des Paares magnetischer Körper gebeugt, so dass die magnetische Abschirmungsregion zwischen dem Paar der magnetischen Körper ausgebildet ist. Jedoch, wenn der externe Magnetfluss entlang der Y-

Richtung auf das Paar der magnetischen Körper angewandt wird, wird der externe magnetische Fluss nicht wesentlich durch jeden des Paares der magnetischen Körper gebeugt und demnach ist die magnetische Abschirmungsregion nicht zwischen dem Paar der magnetischen Körper ausgebildet. Andererseits erfasst das magnetische Erfassungselement den Magnetfluss entlang der Richtung (beispielsweise der Y-Richtung), die senkrecht zur Z-Richtung ist. Demzufolge, wenn der externe Magnetfluss entlang der Y-Richtung ausgeübt wird, erfasst das magnetische Erfassungselement nicht nur einen Magnetfluss entsprechend dem Strom, der durch die Stromschiene fließt, sondern ebenso den externen Magnetfluss. Demzufolge kann die Erfassungsgenauigkeit für den Strom, der durch die Stromschiene fließt, reduziert werden.

LITERATUR DES STANDS DER TECHNIK

PATENTLITERATUR

[0005]

Patentdokument 1: JP-2013-113631

ÜBERBLICK ÜBER DIE ERFINDUNG

[0006] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, ein Stromerfassungssystem mit einer Erfassungsgenauigkeit für Strom bereitzustellen, deren Reduzierung eingeschränkt ist.

[0007] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung beinhaltet ein Stromerfassungssystem: eine erste magnetische Platte und eine zweite magnetische Platte, die parallel zueinander mit einer vorbestimmten Distanz in einer Höhenrichtung angeordnet sind; eine Stromschiene, durch die Strom in einer Tiefenrichtung senkrecht zur Höhenrichtung fließt; und ein magnetoelektrisches Konversionselement, das eine Komponente eines Messobjektmagnetflusses in einer lateralen Richtung, die senkrecht zur Höhenrichtung und zur Tiefenrichtung ist, in ein elektrisches Signal konvertiert, wobei der Messobjektmagnetfluss durch den Strom erzeugt wird, der durch die Stromschiene fließt. Wenn ein externer Magnetfluss in der lateralen Richtung einen Aufnahmeraum passiert, der zwischen der ersten magnetischen Platte und der zweiten magnetischen Platte vorgesehen ist, eine Laufbahn des externen Magnetflusses durch die erste magnetische Platte und die zweite magnetische Platte gebeugt wird und der Aufnahmeraum in einen durchlässigen Raum, den der externe Magnetfluss passiert, und einen undurchlässigen Raum unterteilt ist, den der externe Magnetfluss nicht passiert. Die Stromschiene ist in dem Aufnahmeraum angeordnet. Das magnetoelektrische Konversionselement ist in dem undurchlässigen Raum angeordnet. Die Stromschiene und das magnetoelektrische

Konversionselement sind in der Höhenrichtung angeordnet und ausgerichtet.

[0008] Somit sind die erste magnetische Platte und die zweite magnetische Platte in der Höhenrichtung ausgerichtet. In diesem Fall wird die Trajektorie des Magnetflusses in der lateralen Richtung senkrecht zur Höhenrichtung durch die erste magnetische Platte und die zweite magnetische Platte gebeugt. Somit wird der undurchlässige Raum, den der externe Magnetfluss nicht wesentlich passiert, bereitgestellt. Jedoch wird im Falle des Magnetflusses in der Höhenrichtung die Trajektorie des Magnetflusses nicht durch eine magnetische Platte gebeugt, so dass die Komponente in der Höhenrichtung konstant bleibt.

[0009] Demzufolge wird im Unterschied zum vorstehend beschriebenen System, wenn die Stromschiene und magnetoelektrische Konversionselement in der lateralen Richtung in dem Aufnahme- raum angeordnet und ausgerichtet sind und das magneto- elektrische Konversionselement die Komponente des Messobjektmagnetflusses in der Höhenrichtung erfasst, der Strom, der durch die Stromschiene fließt, nicht mit hoher Genauigkeit erfasst, da das magneto- elektrische Konversionselement den externen Magnetfluss in der Höhenrichtung erfasst. Andererseits sind in dem vorstehend beschriebenen System die Stromschiene und das magnetoelektrische Konversionselement in der Höhenrichtung in dem Aufnahme- raum angeordnet und ausgerichtet und das magneto- elektrische Konversionselement erfasst die Komponente des Messobjektmagnetflusses in der lateralen Richtung. Demzufolge wird unterschiedlich zum vorstehend beschriebenen Vergleichssystem die Reduzierung der Erfassungsgenauigkeit für den Strom, der durch die Stromschiene fließt, beschränkt, da das magnetoelektrische Konversionselement den externen Magnetfluss in der Höhenrichtung nicht erfasst.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] Die vorstehenden und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden aus der nachfolgenden detaillierten Beschreibung in Zusammenschau mit den Zeichnungen ersichtlicher.

[0011] Es zeigen:

[0012] Fig. 1 eine Querschnittsansicht, die eine Übersichtskonstruktion eines Stromerfassungssystems gemäß einer ersten Ausführungsform darstellt;

[0013] Fig. 2 eine Querschnittsansicht, die einen durchlässigen Raum und einen undurchlässigen Raum erläutert;

[0014] Fig. 3 eine Querschnittsansicht, die eine Modifikation des Stromerfassungssystems darstellt;

[0015] Fig. 4 eine Querschnittsansicht, die eine Modifikation des Stromerfassungssystems darstellt;

[0016] Fig. 5 eine Querschnittsansicht, die eine Modifikation des Stromerfassungssystems von Fig. 3 darstellt;

[0017] Fig. 6 eine Querschnittsansicht, die eine Modifikation des Stromerfassungssystems von Fig. 4 darstellt;

[0018] Fig. 7 eine Querschnittsansicht, die eine Modifikation der magnetischen Platte darstellt;

[0019] Fig. 8 ein Graph, der eine Beziehung zwischen einem Abschirmpegel und einem Seitenverhältnis darstellt, wenn eine Abstandsdistanz variiert wird; und

[0020] Fig. 9 ein Graph, der eine Beziehung zwischen einem Abschirmungspegel und einem Seitenverhältnis darstellt, wenn Durchlässigkeit variiert wird.

AUSFÜHRUNGSFORMEN DER ERFINDUNG

[0021] Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Offenbarung werden mit Bezug auf Zeichnungen erläutert.

(Erste Ausführungsform)

[0022] Ein Stromerfassungssystem gemäß der vorliegenden Offenbarung wird gemäß Fig. 1 und Fig. 2 erläutert. In Fig. 2 sind zur Vereinfachung Bezugszeichen außer die des durchlässigen Raums PS und des undurchlässigen Raums NPS nicht gezeigt.

[0023] Drei Richtungen mit einer senkrechten Beziehung zueinander sind als X-Richtung, Y-Richtung und Z-Richtung definiert. Eine Ebene, die durch die X-Richtung und die Y-Richtung bestimmt ist, ist als eine X-Y-Ebene definiert, eine Ebene, die durch die Y-Richtung und die Z-Richtung bestimmt ist, ist als eine Y-Z-Ebene definiert, und eine Ebene, die durch die Z-Richtung und die X-Richtung bestimmt ist, ist als Z-X-Ebene definiert. Die X-Richtung entspricht einer lateralen Richtung, die Y-Richtung entspricht einer Tiefenrichtung und die Z-Richtung entspricht einer Höhenrichtung.

[0024] Wie in Fig. 1 dargestellt ist, beinhaltet das Stromerfassungssystem 100 eine erste magnetische Platte 10, eine zweite magnetische Platte 20, eine Stromschiene 30 und ein Halbleitersubstrat 40. Die magnetischen Platten 10, 20 sind parallel zueinander in der Z-Achsenrichtung mit einem Abstand zwischen ihnen angeordnet. Ein Aufnahme- raum SS ist zwischen den magnetischen Platten 10, 20 ausgebildet. Die Stromschiene 30 und das Halbleitersubstrat 40

sind in dem Aufnahmeraum SS aufgenommen. Die Stromschiene **30** leitet Strom in der Y-Richtung, wodurch ein Messobjekt magnetfluss ausgebildet ist. Ein magnetoelektrisches Element **41** zum Konvertieren des Magnetflusses in ein elektrisches Signal ist auf dem Halbleitersubstrat **40** angeordnet. Das magnetoelektrische Konversionselement **41** konvertiert den Messobjekt magnetfluss in das elektrische Signal.

[0025] Jede magnetische Platte **10**, **20** ist aus Material mit höherer Permeabilität als Luft gefertigt und verhindert, dass der externe Magnetfluss in den Aufnahmeraum SS eindringt. Jede magnetische Platte **10**, **20** hat eine Hauptoberfläche mit einer flachen ebenen Form parallel zur X-Y-Ebene und hat eine Querschnittsform in der Z-X-Ebene, die rechtwinkelig ist. Wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt ist, ist eine Kurzseitenrichtung der rechtwinkligen Form in die Z-Richtung gerichtet und eine Längsseitenrichtung ist in die X-Richtung gerichtet. Eine Beabstandungsdistanz in der Z-Richtung zwischen den Hauptoberflächen **10a**, **20a** (das heißt inneren Oberflächen) der magnetischen Platten **10**, **20** ist konstant, so dass die Hauptoberflächen eine parallele Beziehung aufweisen. Demzufolge ist die Querschnittsform des Aufnahmebereichs SS in der Z-X-Ebene ebenso rechtwinkelig

[0026] Ein Messobjektstrom fließt durch die Stromschiene **30**. Die Stromschiene **30** hat eine Stabform, die sich in der Y-Richtung erstreckt. Wie in **Fig. 1** und **Fig. 2** dargestellt ist, ist die Querschnittsform der Stromschiene **30** in der Z-X-Ebene rechtwinkelig. Die Kurzseitenrichtung ist parallel zur Z-Richtung. Die Längsseitenrichtung ist parallel zur X-Richtung. Wie vorstehend beschrieben ist, fließt der Messobjektstrom entlang der Y-Richtung. Demzufolge ist, wenn der Messobjektstrom fließt, der Messobjekt magnetfluss ausgebildet, um die Y-Z-Ebene zu penetrieren. Die X-Komponente des Messobjekt magnetflusses wird durch das magnetoelektrische Konversionselement **41** in das elektrische Signal konvertiert.

[0027] Das magnetoelektrische Konversionselement **41** ist auf einer zugewandten Oberfläche **40a** des Halbleitersubstrats **40** ausgebildet, die der ersten magnetischen Platte **10** zugewandt ist. Das magnetoelektrische Konversionselement **41** hat eine Funktion zum Konvertieren der Komponente des Messobjekt magnetflusses in der Z-Richtung in das elektrische Signal. Das magnetoelektrische Konversionselement **41** gemäß der vorliegenden Ausführungsform hat eine Funktion zum Konvertieren des Messobjekt magnetflusses nicht nur in der X-Richtung, sondern ebenso in der X-Y-Ebene in das elektrische Signal. Das magnetoelektrische Konversionselement **41** gemäß der vorliegenden Ausführungsform ist eine Magnetowiderstandseffektvorrichtung, die einen Widerstand aufweist, der mit dem ausgeübten Magnetfluss variiert. Das magnetoelektrische Konversi-

onselement **41** beinhaltet eine Pinschicht (pin layer), in der eine Magnetisierungsrichtung fest ist, eine freie Schicht, in der sich die Magnetisierungsrichtung gemäß dem angelegten Magnetfeld ändert, und eine Zwischenschicht, die zwischen der Pinschicht und der freien Schicht angeordnet ist. Das magnetoelektrische Konversionselement **41** hat eine derartige Eigenschaft, dass ein Widerstand des magnetoelektrischen Konversionselements **41** sich gemäß einem Winkel zwischen der Magnetisierungsrichtung der Pinschicht und der Magnetisierungsrichtung der freien Schicht ändert. Die Magnetisierungsrichtung der Pinschicht ist in eine Richtung entlang der X-Y-Ebene gerichtet und die Magnetisierungsrichtung der freien Schicht hat eine derartige Eigenschaft, dass sich die Magnetisierungsrichtung auf der X-Y-Ebene ändert. Wenn die Zwischenschicht leitend ist, ist das magnetoelektrische Konversionselement **41** eine sogenannte Riesenmagnetowiderstandseffektvorrichtung („giant magnetoresistance effect device“, das heißt, GMR). Wenn die Zwischenschicht eine Isoliereigenschaft hat, ist das magnetoelektrische Konversionselement **41** eine TMR-Vorrichtung (TMR bedeutet hier magnetischer Tunnelwiderstand). Alternativ kann das magnetoelektrische Konversionselement **41** eine AMR-Vorrichtung (AMR bedeutet hier anisotroper magnetoresistiver Effekt) anstelle der GMR-Vorrichtung und der TMR-Vorrichtung sein. Hierbei entspricht die vorstehend beschriebene zugewandte Oberfläche **40a** einer Ausbildungsoberfläche.

[0028] Als Nächstes werden Eigenschaften des Stromerfassungssystems **100** wie folgt beschrieben. Wie vorstehend beschrieben ist, sind die magnetischen Platten **10**, **20** parallel zueinander in der Z-Richtung mit einem vorbestimmten Abstand zwischen ihnen angeordnet. Die Stromschiene **30** und das Halbleitersubstrat **40** sind dem Aufnahmebereich SS aufgenommen, der zwischen den magnetischen Platten **10**, **20** ausgebildet ist. Wie in **Fig. 2** dargestellt ist, wird, wenn der externe Magnetfluss in der Z-Achsenrichtung den Aufnahmebereich SS passiert, die Trajektorie des Magnetflusses durch die magnetischen Platten **10**, **20** gebeugt. Demzufolge ist der Aufnahmebereich SS hauptsächlich in den durchlässigen Raum PS, den der externe Magnetfluss passiert, und einen undurchlässigen Raum NPS (das heißt, Raum, der durch eine unterbrochene Linie umgeben ist) aufgeteilt, den der externe Magnetfluss nicht passiert. Hierbei werden die Dimensionen und der Abschirmpegel des undurchlässigen Raums NPS, den der externe Magnetfluss nicht passiert, durch die Intention eines Entwicklers, wie stark der externe Magnetfluss abgeschirmt werden soll, bestimmt. Die Dimensionen des undurchlässigen Raums NPS sind proportional zu einem Ausbildungsmaterial und einer lateralen Breite jeder magnetischen Platte **10**, **20** und einer Separationsdistanz (das heißt, einer Lücke) in der Z-Richtung zwischen den magnetischen

Platten **10**, **20**. Demzufolge steuert der Entwickler angemessen diese Parameter, so dass der Entwickler den undurchlässigen Raum NPS entwirft, der einen erwünschten Abschirmpegel und erwünschte Dimensionen aufweist. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Abschirmpegel für den externen Magnetfluss in dem undurchlässigen Raum NPS gleich oder kleiner als 99%. Um die Abschirmung mit diesem Grad zu verwirklichen, wird für das Ausbildungsmaterial Permalloy mit einer lateralen Breite von 20 Millimeter gewählt und die Lücke beträgt 5 Millimeter. Hierbei, wie vorstehend beschrieben ist, da die Hauptoberfläche jeder magnetischen Platte **10**, **20** eine flache Plattenform in der X-Y-Ebene aufweist, stellen die magnetischen Platten **10**, **20** eine Funktion zum Abschirmen nicht nur des externen Magnetflusses in der X-Richtung, sondern ebenso des externen Magnetflusses in der X-Y-Ebene bereit.

[0029] Das magnetoelektrische Konversionselement **41** ist in dem vorstehend beschriebenen undurchlässigen Raum NPS angeordnet und das magnetoelektrische Konversionselement **41** und die Stromschiene **30** sind parallel zueinander in der Z-Richtung angeordnet. Die Mitte CP des Aufnahme-raums SS ist an der Mitte des undurchlässigen Raums NPS positioniert. Eine Normale BL (das heißt eine strichpunktierte Linie, die in **Fig. 1** dargestellt ist) penetriert die Mitte CP in der X-Richtung und die Mitte des magnetoelektrischen Konversionselements **41** befindet sich auf der Normale BL. Ferner penetriert eine Mittellinie CL (das heißt eine unterbrochene Linie in **Fig. 1**) in der Z-Richtung eine geometrische Mitte von dem magnetoelektrischen Konversionselement **41** als auch der Stromschiene **30** und eine geometrische Mitte von jeder der magnetischen Platten **10**, **20**. Ferner sind Distanzen in der X-Richtung zwischen zwei Enden jeder magnetischen Platte **10**, **20** und der geometrischen Mitte der Stromschiene **30** gleich. Distanzen zwischen zwei Enden jeder magnetischen Platte **10**, **20** und der geometrischen Mitte des magnetoelektrischen Konversionselements **41** sind ebenso gleich. Schließlich sind die gegenüberliegende Oberfläche **40a** des Halbleitersubstrats **40**, auf der das magnetoelektrische Konversionselement **41** ausgebildet ist, und die innere Oberfläche **10a** der ersten magnetischen Platte **10** in der Z-Achsen-Richtung einander zugewandt. Die Separationsdistanz zwischen der zugewandten Oberfläche **40a** und der inneren Oberfläche **10a** ist konstant, so dass die zugewandte Oberfläche **40a** und die innere Oberfläche **10a** eine parallele Beziehung aufweisen. Ähnlich ist die Separationsdistanz zwischen der zugewandten Oberfläche **30a** der Stromschiene **30** und der inneren Oberfläche **40a** der zweiten magnetischen Platte **20** konstant, so dass die zugewandte Oberfläche **30a** und die innere Oberfläche **20a** eine parallele Beziehung aufweisen. Somit hat das Stromerfassungssystem **100** eine achsensymmetrische Form bezüglich der Mittellinie CL auf der Z-X-Ebene.

[0030] Als Nächstes werden Funktionen und Wirkungen des Stromerfassungssystems **100** gemäß der vorliegenden Ausführungsform wie folgt erläutert. Wie vorstehend beschrieben ist, sind die erste magnetische Platte **10** und die zweite magnetische Platte **20** in der Z-Richtung ausgerichtet. In diesem Fall wird die Trajektorie des Magnetflusses in der X-Richtung senkrecht zur Z-Richtung durch die erste magnetische Platte **10** und die zweite magnetische Platte **20** gebeugt. Somit ist der undurchlässige Raum NPS ausgebildet, in den der externe Magnetfluss im Wesentlichen nicht eindringt. Jedoch, wenn der Magnetfluss parallel zur Z-Richtung ist, wird die Trajektorie des Magnetflusses nicht wesentlich durch die magnetische Platte gebeugt, so dass die Komponente des Magnetflusses in der Z-Richtung konstant bleibt.

[0031] Demzufolge ist es, anders als beim Stromerfassungssystem **100**, das in der vorliegenden Ausführungsform dargestellt ist, wenn die Stromschiene und die magnetoelektrische Konversionsvorrichtung in der X-Richtung in dem Aufnahme-raum ausgerichtet sind und die magnetoelektrische Konversionsvorrichtung die Komponente des Messobjekt-magnetflusses in der Z-Richtung erfasst, schwierig, den Strom, der durch die Stromschiene fließt, mit hoher Genauigkeit zu erfassen, da der externe Magnetfluss in der Z-Richtung durch die magnetoelektrische Konversionsvorrichtung erfasst wird. Andererseits sind in dem Stromerfassungssystem **100** die Stromschiene **30** und das magnetoelektrische Konversionselement **41** in der Z-Richtung benachbart in dem Aufnahme-raum SS ausgerichtet und das magnetoelektrische Konversionselement **41** erfasst die Komponente des Messobjekt-magnetflusses in der X-Richtung. Demzufolge erfasst im Unterschied zur vorstehend beschriebenen Vergleichsanordnung das magnetoelektrische Konversionselement **41** den externen Magnetfluss in der Z-Richtung nicht, so dass die Reduzierung der Erfassungsgenauigkeit des Stroms, der durch die Stromschiene **30** fließt, eingeschränkt wird.

[0032] In der vorliegenden Ausführungsform ist das magnetoelektrische Konversionselement **41** die Magnetwiderstandseffektvorrichtung. Jedoch ist das magnetoelektrische Konversionselement **41** nicht auf das vorstehende Beispiel beschränkt. Alternativ kann das magnetoelektrische Konversionselement **41** eine andere Vorrichtung sein, solange die Vorrichtung das magnetische Signal in das elektrische Signal konvertiert. Beispielsweise kann das magnetoelektrische Konversionselement **41** ein Hall-Element zum Konvertieren des Magnetflusses in der X-Richtung in die Spannung gemäß dem Hall-Effekt sein.

[0033] In der vorliegenden Ausführungsform wird der Abschirmungspegel für den externen Magnetfluss in dem undurchlässigen Raum NPS gleich oder

kleiner als 99% festgelegt. Jedoch, wie in der vorliegenden Ausführungsform beschrieben ist, ist es lediglich ein Merkmal, dass durch den Entwickler bestimmt wird, wie stark der externe Magnetfluss abgeschirmt wird. Somit ist das vorstehende Beispiel nicht beschränkend. Beispielsweise kann der Abschirmungspegel 90% sein.

[0034] In der vorliegenden Ausführungsform ist das Ausbildungsmaterial jeder magnetischen Platte **10**, **20** Permalloy, die laterale Breite ist 20 Millimeter und die Lücke zwischen den Platten **10**, **20** wird auf 5 Millimeter festgelegt. Jedoch können das Ausbildungsmaterial und die laterale Breite jeder magnetischen Platte **10**, **20** und die Lücke zwischen den Platten **10**, **20** gemäß dem Abschirmungspegel veränderbar sein. Das Ausbildungsmaterial jeder magnetischen Platte **10**, **20** kann ein magnetisches Stahlblech sein, die laterale Breite kann 30 Millimeter sein und die Lücke kann 5 Millimeter sein. Sogar in diesem Zustand kann der externe Magnetfluss auf gleich oder kleiner als 99% reduziert werden.

[0035] In der vorliegenden Ausführungsform ist die Dicke (das heißt eine Länge in der Z-Richtung) jeder magnetischen Platte **10**, **20** nicht definiert. Die Dicke jeder magnetischen Platte **10**, **20** wird gemäß dem externen Magnetfluss und dem Messobjekt magnetfluss angemessen bestimmt, so dass der Magnetfluss innerhalb der magnetischen Platte **10**, **20** nicht in Sättigung geht. Wenn jede der magnetischen Platten **10**, **20** nicht gesättigt ist, hängt die Dicke nicht von der Ausbildung von dem durchlässigen Raum PS sowie dem undurchlässigen Raum NPS ab.

[0036] In der vorliegenden Ausführungsform schirmt jede magnetische Platte **10**, **20** nicht nur den externen Magnetfluss in der X-Richtung, sondern ebenso den externen Magnetfluss in der X-Y-Ebene ab. Jedoch, wenn das magnetoelektrische Konversionselement **41** die Funktion zum Konvertieren des Magnetflusses in das elektrische Signal nur in der X-Richtung bereitstellt, kann jede magnetische Platte **10**, **20** eine Funktion zum Abschirmen nur des externen Magnetflusses in der X-Richtung bereitstellen.

[0037] In der vorliegenden Ausführungsform ist die Mitte CP des Aufnahmeraums SS an der Mitte des undurchlässigen Raums NPS positioniert. Alternativ ist es möglich, dass die Mitte CP des Aufnahmeraums SS nicht mit der Mitte des undurchlässigen Raums NPS übereinstimmt.

[0038] In der vorliegenden Ausführungsform ist die Mitte des magnetoelektrische Konversionselements **41** auf der Normale BL angeordnet, die die Mitte CP des Aufnahmeraums SS entlang der X-Richtung passiert. Alternativ kann das magnetoelektrische Konversionselement **41** nicht auf der Normale BL angeordnet sein.

[0039] In der vorliegenden Ausführungsform passiert die Mittellinie CL die geometrische Mitte sowohl des magnetoelektrischen Konversionselements **41** als auch der Stromschiene **30** und die geometrische Mitte von jeder der magnetischen Platten **10**, **20**. Alternativ muss die Mittellinie CL die geometrische Mitte von sowohl dem magnetoelektrischen Konversionselement **41** als auch der Stromschiene **30** und die geometrische Mitte von jeder der magnetischen Platten **10**, **20** nicht passieren. Ferner müssen die geometrische Mitte von sowohl dem magnetoelektrischen Konversionselement **41** als auch der Stromschiene **30** und die geometrische Mitte von jeder der magnetischen Platten **10**, **20** nicht in der Z-Richtung ausgerichtet sein.

[0040] In der vorliegenden Ausführungsform sind die Distanzen in der X-Richtung zwischen zwei Enden jeder magnetischen Platte **10**, **20** und der geometrischen Mitte der Stromschiene **30** gleich und die Distanzen zwischen zwei Enden jeder magnetischen Platte **10**, **20** und der geometrischen Mitte des magnetoelektrischen Konversionselements **41** sind gleich. Alternativ können die Distanzen in der X-Richtung zwischen zwei Enden jeder magnetischen Platte **10**, **20** und der geometrischen Mitte der Stromschiene **30** unterschiedlich sein und die Distanzen zwischen zwei Enden jeder magnetischen Platte **10**, **20** und der geometrischen Mitte des magnetoelektrischen Konversionselements **41** können unterschiedlich sein.

[0041] In der vorliegenden Ausführungsform ist die Separationsdistanz zwischen der zugewandten Oberfläche **40a** des Halbleitersubstrats **40** und der inneren Oberfläche **10a** der ersten magnetischen Platte **10** konstant, so dass die zugewandte Oberfläche **40a** und die innere Oberfläche **10a** eine parallele Beziehung haben. Alternativ muss die Separationsdistanz zwischen der zugewandten Oberfläche **40a** und der inneren Oberfläche **10a** nicht konstant sein, so dass die zugewandte Oberfläche **40a** und die innere Oberfläche **10a** möglicherweise keine parallele Beziehung aufweisen.

[0042] In der vorliegenden Ausführungsform ist die Separationsdistanz zwischen der zugewandten Oberfläche **30a** der Stromschiene **30** und der inneren Oberfläche **20a** der zweiten magnetischen Platte **20** konstant, so dass die zugewandte Oberfläche **30a** und die innere Oberfläche **20a** eine parallele Beziehung aufweisen. Alternativ muss die Separationsdistanz zwischen der zugewandten Oberfläche **30a** und der inneren Oberfläche **20a** nicht konstant sein, so dass die zugewandte Oberfläche **30a** und die innere Oberfläche **20a** eine nicht-parallele Beziehung haben können.

[0043] In der vorliegenden Ausführungsform hat das Stromerfassungssystem **100** eine achsensymmetrische Form bezüglich der Mittellinie CL auf der Z-X-

Ebene. Alternativ muss das Stromerfassungssystem **100** keine achsensymmetrische Form bezüglich der Mittellinie CL haben.

[0044] In der vorliegenden Ausführungsform beinhaltet das Stromerfassungssystem **100** ein Paar magnetischer Platten **10**, **20**, eine Stromschiene **30** und ein Halbleitersubstrat **40** entsprechend dem Paar magnetischer Platten **10**, **20**. Jedoch ist die Anzahl magnetischer Platten **10**, **20**, die Anzahl von Stromschienen **30** und die Anzahl von Halbleitersubstraten **40** jeweils nicht beschränkt. Beispielsweise, wie in **Fig. 3** dargestellt ist, kann das Stromerfassungssystem **100** zwei Paare magnetischer Platten **10**, **20**, zwei Stromschienen **30** und zwei Halbleitersubstrate **40** entsprechend zwei Paaren magnetischer Platten **10**, **20** aufweisen. Alternativ, wie in **Fig. 4** dargestellt ist, kann das Stromerfassungssystem **100** drei Paare magnetischer Platten **10**, **20**, drei Stromschienen **30** und drei Halbleitersubstrate **40** entsprechend zwei Paaren magnetischer Platten **10**, **20** beinhalten. Ferner kann alternativ das Stromerfassungssystem **100** ein Paar magnetischer Platten **10**, **20**, zwei Stromschienen **30** und zwei Halbleitersubstrate **40** entsprechend dem einen Paar magnetischer Platten **10**, **20** aufweisen. Ferner kann alternativ, wie in **Fig. 6** dargestellt ist, das Stromerfassungssystem **100** ein Paar magnetischer Platten **10**, **20**, drei Stromschienen **30** und drei Halbleitersubstrate **40** entsprechend dem einen Paar magnetischer Platten **10**, **20** aufweisen. Somit ist die Anzahl von Elementen reduziert und Dimensionen sind minimiert.

[0045] In der vorliegenden Ausführungsform ist eine Form (das heißt, eine planare Form) jeder magnetischen Platte **10**, **20** auf der X-Y-Ebene nicht spezifiziert. Die planare Form jeder magnetischen Platte **10**, **20** muss nicht beschränkt sein, solange die Platten **10**, **20** den undurchlässigen Raum NPS bereitstellen. Beispielsweise kann die planare Form jeder magnetischen Platte **10**, **20** eine Polygonform wie beispielsweise ein Viereck sein und kann eine Kreisform sein. **Fig. 7** zeigt ein Beispiel, dass die planare Form jeder magnetischen Platte **10**, **20** eine Oktagonform ist. Somit, wenn die planare Form sich der Kreisform annähert, wird der Abschirmungspegel des externen Magnetflusses auf der X-Y-Ebene homogenisiert.

[0046] Jede Ausführungsform ist die Beziehung zwischen der lateralen Breite jeder magnetischen Platte **10**, **20** und der Separationsdistanz zwischen diesen nicht beschrieben. Jedoch, wie in **Fig. 1** dargestellt ist, wenn die Separationsdistanz in der Z-Richtung zwischen der inneren Oberfläche **10a** der ersten magnetischen Platte **10**, von der ein Teil dem magnetoelektrischen Konversionselement **41** zugewandt ist, und der inneren Oberfläche **20a** der zweiten magnetischen Platte **20**, von der ein Teil der Stromschiene **30** zugewandt ist, konstant ist, und die innere Oberfläche **10a** und die innere Oberfläche **20a** eine par-

allele Beziehung aufweisen, kann eine nachfolgende Gleichung erfüllt werden. Insbesondere ist die Separationsdistanz in der Z-Richtung zwischen der inneren Oberfläche **10a** und der inneren Oberfläche **20a** als H definiert und die laterale Breite (die maximale Länge) jeder der ersten magnetischen Platte **10** und der zweiten magnetischen Platte **20** in der X-Richtung ist als W definiert. Wie in **Fig. 8** und **Fig. 9** dargestellt ist, kann das Seitenverhältnis W/H zwischen der Separationsdistanz H und der lateralen Breite W gleich oder größer als 4 sein.

[0047] **Fig. 8** zeigt eine Beziehung zwischen dem Abschirmpegel und dem Seitenverhältnis W/H, wenn die Separationsdistanz H zwischen den magnetischen Platten **10**, **20** von 3,8 Millimeter in 5,6 Millimeter geändert wird. **Fig. 9** zeigt eine Beziehung zwischen dem Abschirmpegel und dem Seitenverhältnis W/H, wenn die Permeabilität der magnetischen Platten **10**, **20** ungefähr von 500 Wb in 100000 Wb geändert wird. Wie in **Fig. 8** dargestellt ist, hängt der Abschirmpegel nicht von der Separationsdistanz H ab, sondern hängt von dem Seitenverhältnis W/H ab. Ferner, wie in **Fig. 9** dargestellt ist, geht der Abschirmpegel nach oben und unten gemäß der Permeabilität (das heißt, dem Ausbildungsmaterial der magnetischen Platten **10**, **20**). Das Verhalten des Abschirmpegels hängt von dem Seitenverhältnis W/H ab.

[0048] Wie in **Fig. 8** und **Fig. 9** dargestellt ist, wird der Abschirmpegel maximiert, wenn das Seitenverhältnis W/H 4 ist. Da das Seitenverhältnis W/H zunimmt, wird der Abschirmpegel gleichmäßig reduziert. Demzufolge, wie vorstehend beschrieben ist, ist es bevorzugt, dass das Seitenverhältnis W/H gleich oder größer als 4 ist. Beispielsweise, wenn der Abschirmpegel des externen Magnetflusses beschränkt ist, um gleich oder größer als 88% zu sein, wird das Seitenverhältnis W/H in einem Bereich zwischen 4 und 15 gemäß **Fig. 8** und **Fig. 9** festgelegt. Die untere Grenze des Seitenverhältnisses W/H ist 4. Die obere Grenze des Seitenverhältnisses W/H wird durch die Intention des Entwicklers bestimmt, je nachdem wie er der Abschirmpegel festlegen will. Somit, da die obere Grenze des Seitenverhältnisses W/H durch die Intention des Entwicklers bestimmt wird, wird die obere Grenze angemessen ausgewählt.

[0049] Beispielsweise, wenn die planare Form der magnetischen Platte **10**, **20** die Kreisform ist, entspricht die laterale Breite W dem Durchmesser der magnetischen Platte **10**, **20** um die Mitte herum. Das magnetische Material mit der Permeabilität von ca. 500 ist Ni-Zn-Ferrit. Das Material mit der Permeabilität von ca. 1000 ist Weicheisen. Ferner ist das magnetische Material mit der Permeabilität von ca. 10000 magnetisches Stahlblech. Das Material, das die Permeabilität von ca. 100000 aufweist, ist 45%-Ni-Permalloy. Die Permeabilität dieser Materialien

unterscheidet sich und hängt von einem Hersteller und einem Grad der Materialien ab. Demzufolge wird das Wort „ungefähr“ hinzugefügt, wie vorstehend beschrieben ist.

[0050] Während die vorliegende Offenbarung mit Bezug auf ihre Ausführungsformen beschrieben wurde, ist es ersichtlich, dass die Offenbarung nicht auf die Ausführungsformen und Konstruktionen beschränkt ist. Die vorliegende Offenbarung soll unterschiedliche Modifikationen und äquivalente Anordnungen abdecken. Ferner sind neben den unterschiedlichen Kombinationen und Konfigurationen weitere Kombinationen und Konfigurationen einschließlich mehr, weniger oder nur einem einzelnen Element ebenso innerhalb des Umfangs und der Lehre der vorliegenden Offenbarung.

Patentansprüche

1. Stromerfassungssystem, aufweisend:
eine erste magnetische Platte (**10**) und eine zweite magnetische Platte (**20**), die parallel zueinander mit einer vorbestimmten Distanz in einer Höhenrichtung angeordnet sind;
eine Stromschiene (**30**), durch die Strom in einer Tiefenrichtung senkrecht zur Höhenrichtung fließt; und
ein magnetoelektrisches Konversionselement (**41**), das eine Komponente eines Messobjekt magnetflusses in einer lateralen Richtung, die senkrecht zur Höhenrichtung und zur Tiefenrichtung ist, in ein elektrisches Signal konvertiert, wobei der Messobjekt magnetfluss durch den Strom erzeugt wird, der durch die Stromschiene fließt, wobei:
wenn ein externer Magnetfluss in der lateralen Richtung einen Aufnahmeraum (SS) passiert, der zwischen der ersten magnetischen Platte und der zweiten magnetischen Platte vorgesehen ist, eine Laufbahn des externen Magnetflusses durch die erste magnetische Platte und die zweite magnetische Platte gebeugt wird und der Aufnahmeraum in einen durchlässigen Raum (PS), den der externe Magnetfluss passiert, und einen undurchlässigen Raum (NPS) unterteilt ist, den der externe Magnetfluss nicht passiert;
die Stromschiene in dem Aufnahmeraum angeordnet ist;
das magnetoelektrische Konversionselement in dem undurchlässigen Raum angeordnet ist; und
die Stromschiene und das magnetoelektrische Konversionselement in der Höhenrichtung angeordnet und ausgerichtet sind.

2. Stromerfassungssystem gemäß Anspruch 1, wobei:
eine Mitte des magnetoelektrischen Konversionselements auf einer Normale positioniert ist, die eine Mitte (CP) des Aufnahmeraums in der lateralen Richtung passiert.

3. Stromerfassungssystem gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei:
eine Mittellinie (CL) in der Höhenrichtung eine geometrische Mitte jeder Stromschiene und des magnetoelektrischen Konversionselements und eine geometrische Mitte jeder der ersten magnetischen Platte und der zweiten magnetischen Platte passiert.

4. Stromerfassungssystem gemäß Anspruch 3, wobei:
Abstände in der lateralen Richtung zwischen zwei Enden der ersten magnetischen Platte und der zweiten magnetischen Platte und der geometrischen Mitte der Stromschiene gleich sind; und
Abstände in der lateralen Richtung zwischen zwei Enden von jeder der ersten magnetischen Platte und der zweiten magnetischen Platte und der geometrischen Mitte des magnetoelektrischen Konversionselements gleich sind.

5. Stromerfassungssystem gemäß Anspruch 4, ferner aufweisend:
ein Halbleitersubstrat (**40**), auf dem das magnetoelektrische Konversionselement angeordnet ist, wobei:
eine Ausbildungsoberfläche (**40a**) des Halbleitersubstrats, auf dem das magnetoelektrische Konversionselement angeordnet ist, und eine innere Oberfläche (**10a**) der ersten magnetischen Platte einander in der Höhenrichtung gegenüberliegen; und
eine Separationsdistanz zwischen der Ausbildungsoberfläche des Halbleitersubstrats und der inneren Oberfläche der ersten magnetischen Platte konstant ist und die Ausbildungsoberfläche und die innere Oberfläche eine parallele Beziehung aufweisen.

6. Stromerfassungssystem gemäß Anspruch 4 oder 5, wobei:
die Stromschiene und die zweite magnetische Platte einander in der Höhenrichtung gegenüberliegen; und
eine Separationsdistanz zwischen einer zugewandten Oberfläche (**30a**) der Stromschiene, die der zweiten magnetischen Platte zugewandt ist, und einer zugewandten Oberfläche (**20a**) der zweiten magnetischen Platte, die der Stromschiene zugewandt ist, konstant ist, und zwei zugewandte Oberflächen eine parallele Beziehung aufweisen.

7. Stromerfassungssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei:
eine Querschnittsform der Stromschiene auf eine Ebene, die durch die Höhenrichtung und die laterale Richtung bereitgestellt wird, eine rechtwinkelige Form ist;
eine Längsseitenrichtung der rechtwinkelligen Form in die laterale Richtung gerichtet ist; und
eine Kurzseitenrichtung der rechtwinkelligen Form in die Höhenrichtung gerichtet ist.

8. Stromerfassungssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei:

eine Separationsdistanz in der Höhenrichtung zwischen einer inneren Oberfläche (**10a**) der ersten magnetischen Platte, von der ein Teil dem magnetoelektrischen Konversionselement zugewandt ist, und einer zugewandte Oberfläche (**20a**) der zweiten magnetischen Platte, von der ein Teil der Stromschiene zugewandt ist, konstant ist, und die innere Oberfläche und die zugewandte Oberfläche eine parallele Beziehung aufweisen;

die Separationsdistanz in der Höhenrichtung zwischen der inneren Oberfläche der ersten magnetischen Platte und der zugewandten Oberfläche der zweiten magnetischen Platte als H definiert ist;

eine maximale Länge von jeder der ersten magnetischen Platte und der zweiten magnetischen Platte in der lateralen Richtung als W definiert ist; und

ein Seitenverhältnis, das als W/H zwischen der Separationsdistanz, die als H definiert ist, und der maximalen Länge, die als W definiert ist, gleich oder größer als vier ist.

9. Stromerfassungssystem gemäß einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei:

die Stromschiene mehrere Stromschienenelemente beinhaltet;

das magnetoelektrische Konversionselement mehrere magnetoelektrische Konversionsbauteile beinhaltet; und

jedes Stromschienenelement einem magnetoelektrischen Konversionsbauteil entspricht.

Es folgen 5 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

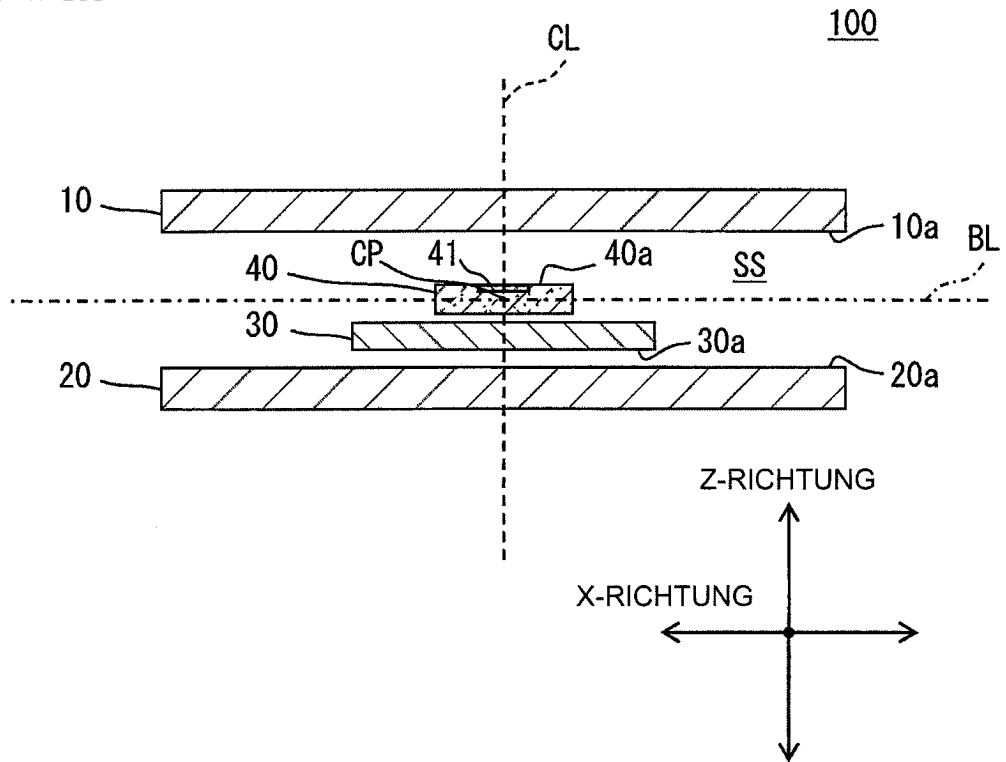


FIG. 2

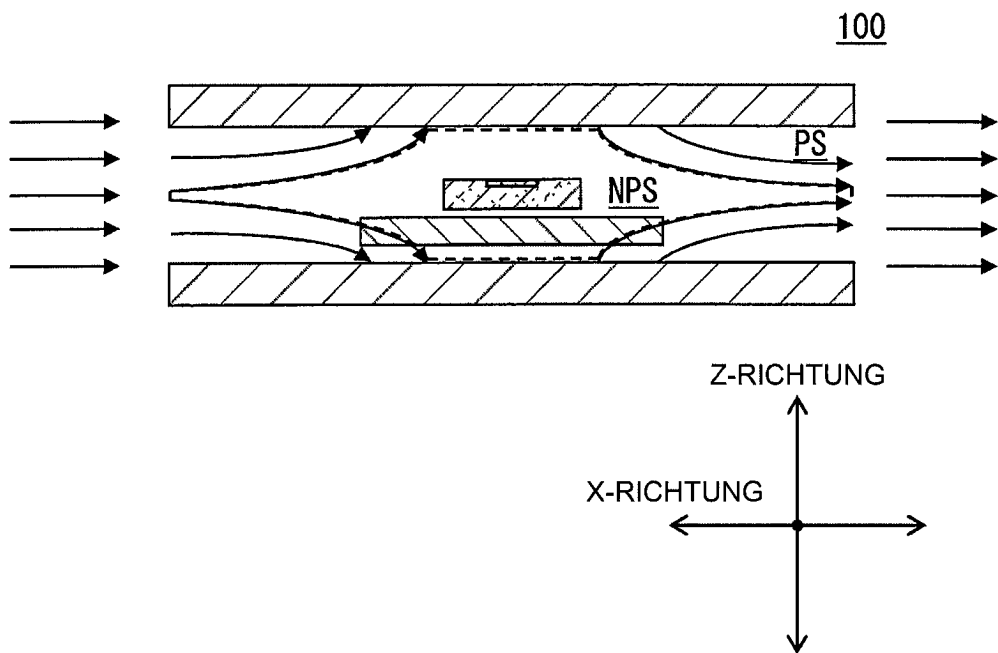


FIG. 3

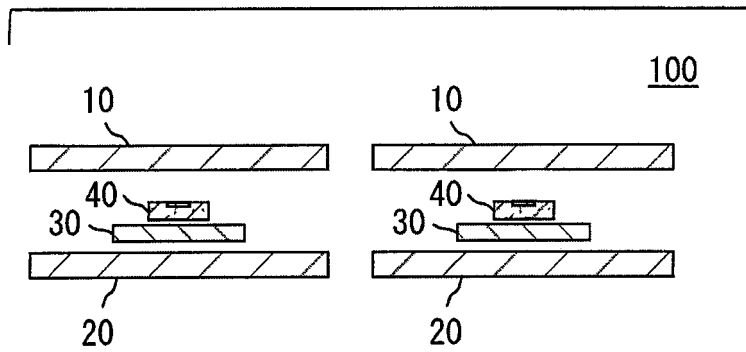


FIG. 4

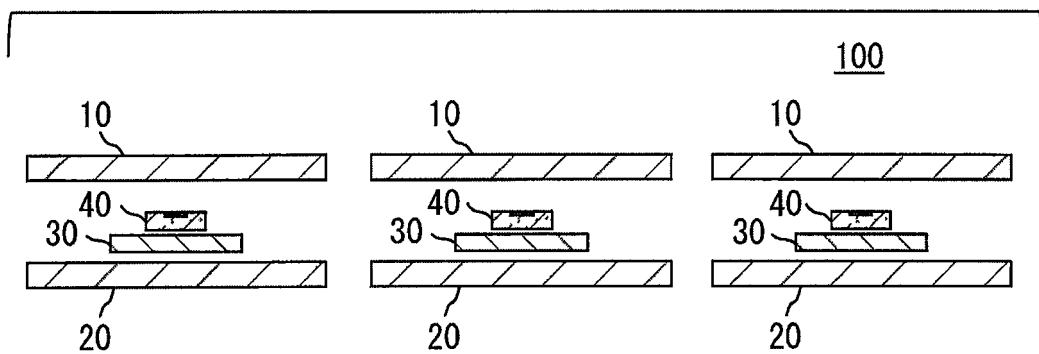


FIG. 5

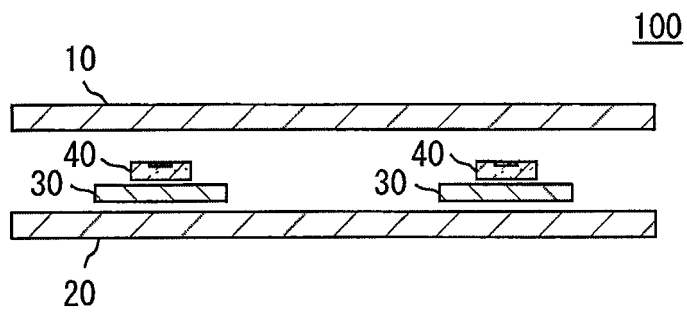


FIG. 6

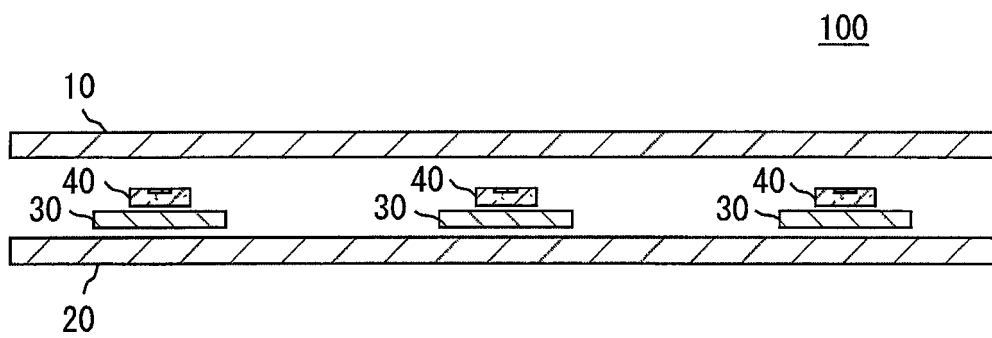


FIG. 7

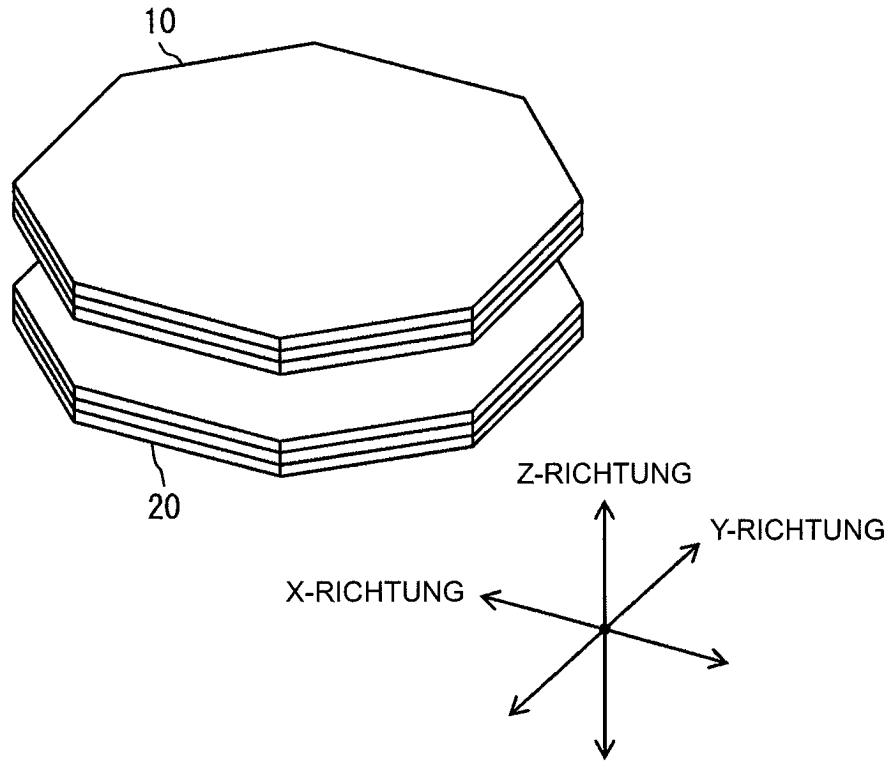


FIG. 8

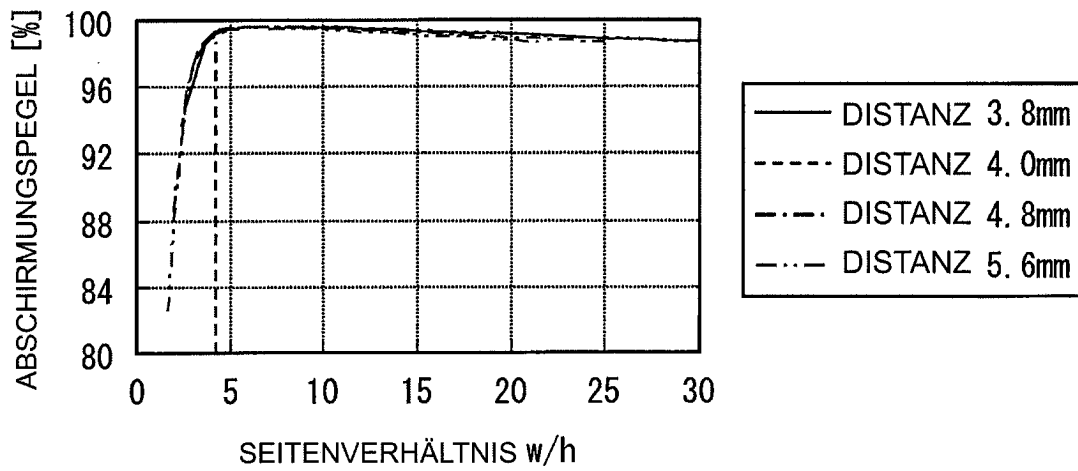


FIG. 9

