



(10) **DE 10 2008 005 348 B4** 2010.09.30

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 005 348.1**
(22) Anmeldetag: **21.01.2008**
(43) Offenlegungstag: **31.07.2008**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **30.09.2010**

(51) Int Cl.⁸: **G01D 5/20** (2006.01)
B60R 21/013 (2006.01)
G01B 7/02 (2006.01)
G01V 3/10 (2006.01)

Innerhalb von drei 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:
2007-15431 25.01.2007 JP
2007-308698 29.11.2007 JP

(73) Patentinhaber:
DENSO CORPORATION, Kariya-shi, Aichi-ken, JP;
Nippon Soken, Inc., Nishio-shi, Aichi-ken, JP

(74) Vertreter:
Kuhnen & Wacker Patent- und
Rechtsanwaltsbüro, 85354 Freising

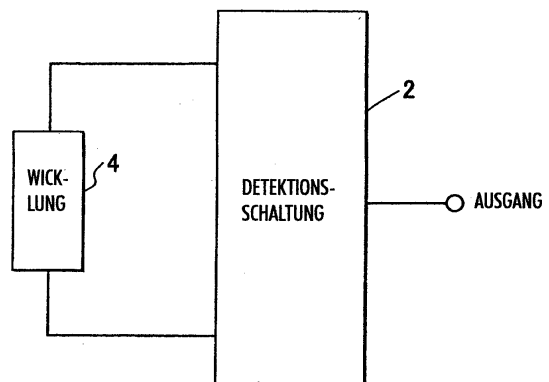
(72) Erfinder:
Kakuya, Yuuji, Nishio, Aichi, JP; Kawaura,
Masanori, Nishio, Aichi, JP; Sanma, Norio, Nishio,
Aichi, JP; Nonaka, Toshihito, Kariya, Aichi, JP;
Suzuki, Kyojiro, Kariya, Aichi, JP

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE	23 50 924	A
US	2006/01 25 472	A1
US	2006/01 19 351	A1
US	2005/00 30 010	A1
US	49 18 418	A
US	45 90 426	A
US	39 53 816	A

(54) Bezeichnung: **Elektromagnetischer Impedanzsensor und Passagierschutzsystem**

(57) Hauptanspruch: Elektromagnetischer Impedanzsensor, insbesondere für ein Passagierschutzsystem, zum berührungsfreien Detektieren der Annäherung eines aus einem leitenden Material oder einem weichmagnetischen Material bestehenden Objektes an eine von einer Detektionswicklung (4, 121 bis 124) des Sensors eingenommenen Wicklungsfläche, die einem Detektionsbereich gegenüberliegt, in welchem das Objekt angeordnet ist; mit einer Detektionsschaltung (2), zum Zuführen von Wechselstromenergie zu der Detektionswicklung (4, 121 bis 124) und zum Detektieren der Annäherung des Objektes durch Messen einer Änderung der elektromagnetischen Impedanz der Detektionswicklung (4, 121 bis 124), dadurch gekennzeichnet, dass die Detektionswicklung (4, 121 bis 124) eine Vielzahl an Wicklungsabschnitten (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) enthält, die durch einen Draht (1) gebildet sind, jeder Wicklungsabschnitt (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) in der Wicklungsfläche angeordnet ist und zwar in einer vorbestimmten Anordnung, und die Vielzahl der Wicklungsabschnitte...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen elektromagnetischen Impedanzsensor und ein Passagierschutzsystem.

[0002] Ein elektromagnetischer Impedanzsensor dient zum Detektieren eines Detektionsobjektes unter Verwendung einer Spule oder Wicklung, das heißt einer Suchspule. Spezieller gesagt, wenn ein Detektionsobjekt aus einem Leiter besteht oder aus einem weichmagnetischen Material und wenn sich das Detektionsobjekt der Suchspule oder Suchwicklung nähert, ändert sich die Impedanz der Suchspule, so dass das Detektionsobjekt basierend auf der Impedanzänderung detektiert werden kann. Ein solcher Sensor ist beispielsweise in der JP-A-H09-175319 offenbart.

[0003] Der herkömmlicher Sensor ist mit einer Schwierigkeit behaftet, dass die Detektionsempfindlichkeit abhängig von der Position des Detektionsobjektes in einem Detektionsraum streuen kann, wenn der Detektionsraum in Bezug auf die Abmessungen des Detektionsobjektes vergleichsweise groß ist. Hier kann der Sensor das Objekt in dem Detektionsraum detektieren.

[0004] Dies geschieht, weil die Detektionsempfindlichkeit abhängig von einer Beziehung zwischen den Positionen des Detektionsobjektes im Raum und der Spulen- oder Wicklungsanordnung der Suchspule schwankt. Die Suchspule wird relativ zum Detektionsraum so angeordnet, dass sie dem Detektionsraum gegenüberliegt, um ihn abzudecken. Spezifischer gesagt, da der Magnetfluss an jedem Abschnitt des Detektionsraumes entlang einer Richtung parallel zur Spulenoberfläche der Spule oder Wicklung abfallen kann, schwankt die Detektionsempfindlichkeit.

[0005] Es ist somit erforderlich eine hohe Detektionsgenauigkeit zu realisieren.

[0006] Die US-Patentanmeldungsveröffentlichungen US 2006/0125472 A1, US 2006/0113951 A1 und US 2005/0030010 A1 offenbaren elektromagnetische Impedanzsensoren zum berührungsfreien Detektieren von aus Leitermaterial oder weichmaterialmagnetischem Material bestehenden Objekten relativ zu einer Detektorwicklungsanordnung. Diese bekannten Impedanzsensoren besitzen eine Aufteilung der Detektorwicklungsanordnung in Einzelwicklungen innerhalb der Gesamtwicklungsfläche der Detektorwicklungsanordnung zu dem Zwecke, dass die Position eines Objektes längs der Erstreckung der Wicklungsfläche oder einer hierzu parallelen Fläche im Unterschied zu anderen möglichen Positionen detektiert werden kann. Eine Erhöhung der Detektionsgenauigkeit mit Bezug auf die Annäherung eines zu detektierenden Objektes an eine von der De-

tektierungswicklungsanordnung eingenommene Wicklungsfläche ist mit den bekannten Impedanzsensoren nicht erreichbar und durch die Aufteilung der Detektierungswicklungsanordnung in mehrere Spulen bei der bekannten Impedanzsensorkonstruktion auch nicht beabsichtigt.

[0007] Ausgehend von einem elektromagnetischen Impedanzsensor der eingangs erwähnten, bekannten Art, welcher die Merkmale des Oberbegriffes des anliegenden Anspruches 1 verwirklicht, soll durch die Erfindung die Aufgabe gelöst werden, die Detektionsgenauigkeit bei einem solchen Impedanzmesser zu erhöhen. Es ist auch ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Passagierschutzsystem mit einem solchen Impedanzsensor zu schaffen.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des anliegenden Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen sind Gegenstand der dem Anspruch 1 nachgeordneten Ansprüche.

[0009] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung detektiert also ein elektromagnetischer Impedanzsensor ein Objekt berührungsfrei. Das Objekt ist aus einem leitenden Material oder einem weichmagnetischen Material hergestellt. Der Sensor enthält folgendes: eine Detektionswicklung oder Detektionsspule und einer Spulenfläche, die einem Detektionsbereich gegenüberliegt, in welchem das Objekt angeordnet ist; und eine Detektionsschaltung zum Zuführen einer Wechselstromenergie zu der Detektionsspule und zum Detektieren des Objektes durch Messen der Änderung einer elektromagnetischen Impedanz in der Detektionsspule. Die Detektionsspule enthält eine Vielzahl an Wicklungsabschnitten, die durch einen Draht vorgesehen sind. Jeder Wicklungsabschnitt ist an der Wicklungsfläche angeordnet und zwar in einer vorbestimmten Anordnung. Die Vielzahl der Wicklungsabschnitte ist sequenziell entlang einer ersten Richtung angeordnet.

[0010] Bei dem oben erläuterten Sensor kann die Schaltungskonstruktion vereinfacht werden. Ferner wird verhindert, dass die Detektionsempfindlichkeit an jedem Abschnitt des Detektionsbereiches Schwankungen unterliegt, sodass der Sensor eine hohe Detektionsgenauigkeit erreicht.

[0011] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung enthält ein Passagierschutzsystem folgendes: den elektromagnetischen Impedanzsensor gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung; ein Kollision-Bestimmungselement zum Bestimmen einer Kollision zwischen einem Fahrzeug und einem externen Körper basierend auf einer Ausgangsgröße des Sensors; und ein Passagierschutzelement zum Schützen eines Passagiers eines Fahrzeugs. Das Passagierschutzelement funktioniert ba-

sierend auf einer Bestimmung des Kollision-Bestimmungselements.

[0012] Bei dem oben erläuterten System funktioniert das Passagierschutzelement basierend auf einem Signal von dem elektromagnetischen Impedanzsensor, der die Detektionsgenauigkeit besitzt.

[0013] Die oben genannten und weitere Ziele, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich klarer aus der folgenden detaillierten Beschreibung unter Hinweis auf die beigefügten Zeichnungen. In den Zeichnungen zeigen:

[0014] [Fig. 1](#) ein Schaltungsdiagramm eines elektromagnetischen Impedanzsensors;

[0015] [Fig. 2](#) eine Draufsicht, die eine Detektionsspule oder Detektionswicklung in dem Sensor gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wiedergibt;

[0016] [Fig. 3](#) eine Draufsicht, die eine Detektionsspule in dem Sensor gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0017] [Fig. 4](#) eine Draufsicht, die eine Detektionsspule in einem Sensor gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wiedergibt;

[0018] [Fig. 5](#) eine Draufsicht, die eine Detektionsspule in dem Sensor gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung veranschaulicht;

[0019] [Fig. 6](#) eine Draufsicht, die eine Detektionsspule in einem Sensor gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0020] [Fig. 7](#) eine Teil-Querschnittsansicht, die eine Innenseite einer Tür eines Fahrzeugs darstellt;

[0021] [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8D](#) Draufsichten, welche Detektionsspulen oder Detektionswicklungen als ein Objekt wiedergeben,

[0022] [Fig. 9](#) einen Graphen, der eine Beziehung zwischen einer Position und einer Sensorempfindlichkeit darstellt;

[0023] [Fig. 10](#) ein Blockschaltbild, welches ein Passagierschutzsystem zeigt; und

[0024] [Fig. 11](#) eine Draufsicht, die ein Beispiel einer Detektionsspule veranschaulicht.

(Erste Ausführungsform)

[0025] Ein elektromagnetischer Impedanzsensor gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegen-

den Erfindung ist in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt. Der Sensor besteht beispielsweise aus einem Wirbelstrom-Detektionssensor zum Detektieren eines Leiters.

[0026] [Fig. 1](#) zeigt eine Schaltung des Sensors. Der Sensor enthält eine Detektionsschaltung **2** und eine Detektionswicklung **4**. Die Detektionsschaltung **2** erregt die Detektionswicklung, um einen hochfrequenten Strom mit einer hohen Frequenz in einem Bereich zwischen ein paar kHz und ein paar MHz zuzuführen. Ferner detektiert die Detektionsschaltung **2** eine Versorgungsstromänderung in Einklang mit der Impedanzänderung der Wicklung **4**. Die Wicklungsfläche oder Spulenfläche, das heißt die Wicklungs- oder Spulen-Öffnungsfläche der Wicklung **4** ist so angeordnet, dass sie einem Detektionsraum (nicht gezeigt) gegenüberliegt.

[0027] Die Versorgungsstromänderung wird durch Messen eines Spannungsabfalls eines Strom-Detektionswiderstandes detektiert. Alternativ kann die Induktivität der Wicklung **4** und die Kapazität eines Kondensators, der an die Wicklung **4** angeschlossen ist, eine Eigenresonanzschaltung wie beispielsweise eine Colpitts-Schaltung bilden und es wird dann die Versorgungsstromänderung durch Messen der Frequenzänderung der Eigenresonanzschaltung detektiert. Ein Kondensator kann parallel oder auch in Reihe mit der Wicklung **4** geschaltet sein, sodass die Spannungsänderung und/oder die Stromänderung in der Wicklung **4** zunimmt. Ferner kann eine Treiberwicklung zur Ausbildung eines alternierenden elektromagnetischen Feldes in dem Detektionsraum angeordnet sein und zwar zusätzlich zu der Detektionsspule **4**. Die Detektionsspule **4** kann eine Wechsellspannung detektieren, die durch elektromagnetische Induktion des alternierenden elektromagnetischen Feldes erzeugt wird.

[0028] Die empfangene Wechsellspannung wird detektiert und wird geglättet, um die Amplitude und/oder die Frequenz der Wechsellspannung abzuleiten, sodass die Änderung der elektromagnetischen Impedanz der Detektionsspule **4** detektiert wird. Wenn sich der Leiter der Detektionsspule **4** annähert, erfährt die elektromagnetische Impedanz eine Änderung (zum Beispiel eine Reduzierung) und zwar aufgrund eines Wirbelstromverlustes. Wenn das weichmagnetische Material sich der Detektionsspule **4** annähert, wird die elektromagnetische Impedanz ebenfalls geändert (zum Beispiel erhöht).

[0029] Die Detektionsschaltung **2** für den elektromagnetischen Impedanzsensor kann aus einer herkömmlichen Schaltung bestehen.

[0030] Die Detektionsspule **4** ist in [Fig. 2](#) gezeigt. Die Wicklung **4** enthält einen Leiterdraht **1** mit einer Isolationsbeschichtung, um die Wicklung oder

Spule **4** zu bilden. Der Leiterdraht **1** besitzt ein erstes Ende als ein Anfangsanschluss oder Anfangspunkt **30** der Wicklung **4**, und besitzt ein zweites Ende als Endanschluss oder Endpunkt **40**.

[0031] Die Wicklung **4** enthält longitudinale Seiten **11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25** und laterale Seiten **12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26**, die eine Figur gemäß einer Acht bilden. Spezifischer gesagt erstreckt sich jede longitudinale Seite **11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25** entlang einer Y-Richtung, die senkrecht zu einer Anordnungsrichtung der **Fig. 8** ist. Jede laterale Seite **12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26** erstreckt sich entlang einer X-Richtung, die parallel zu der Anordnungsrichtung der Figur Acht verläuft. Die longitudinalen Seiten **11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25** und die lateralen Seiten **12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26** sind jeweils abwechselnd angeordnet. Der Endanschluss **40** ist benachbart dem Anfangsanschluss **30** angeordnet. Hierbei gibt die X-Richtung die Anordnungsrichtung an und auch die laterale Richtung und die Y-Richtung gibt die longitudinale Richtung. In **Fig. 2** repräsentiert *i* einen Strom, der zu einem bestimmten Zeitpunkt in einer bestimmten Halbwellenperiode in einer Richtung fließt.

[0032] Somit umfasst die Wicklung **4** erste und zweite Abschnitt **5, 6**, von denen jeder eine Zweiwindungs-Wicklung umfasst. Der erste Abschnitt **5** enthält longitudinale Seiten **11, 19, 13, 21** und die lateralen Seiten **12, 20, 18, 26**, und der zweite Abschnitt **6** enthält die longitudinalen Seiten **15, 23, 17, 25** und die lateralen Seiten **16, 24, 14, 22**.

[0033] Da der erste und der zweite Abschnitt **5, 6** benachbart zueinander angeordnet sind, überlappen sich die longitudinalen Seiten **13, 21, 17, 25** nahezu miteinander oder benachbart zueinander, sodass diese Seiten **13, 21, 17, 25** parallel zueinander angeordnet sind. Demzufolge bilden die longitudinalen Seiten **13, 21, 17, 25** auch aufeinanderfolgende Seiten. Bei der vorliegenden Ausführungsform bildet ein leitender Draht **1** die Detektionswicklung **4** mit einer rechteckförmigen Gestalt mit einer Länge *L* und einer Weite oder Breite *W*. An dem Zentrum der rechteckförmigen Gestalt sind vier Seiten **13, 17, 21, 25** angeordnet und die vier Seiten **13, 17, 21, 25** verlaufen nahezu parallel zueinander und besitzen die gleiche Stromflussrichtung. Es wird demzufolge verhindert, dass die Empfindlichkeit an dem zentralen Abschnitt der Detektionswicklung **4** reduziert wird und zwar verglichen mit einer herkömmlichen Konstruktion. Hierbei bildet der Zentrumsabschnitt der Detektionswicklung **4** einen zentralen Abschnitt einer offenen Fläche der Wicklung **4** und die Empfindlichkeit entlang einer Achse der Wicklung **4** wird an einem Abfallen gehindert. Die Achse der Wicklung **4** verläuft senkrecht zur Öffnungsfläche der Wicklung **4**. Daher schwankt die Empfindlichkeit des Sensors nicht, sodass der Sensor eine hohe Detektionsgenauigkeit besitzt.

[0034] Bei der herkömmlichen Konstruktion wird die Empfindlichkeit an dem zentralen Abschnitt einer Detektionswicklung reduziert, da der magnetische Fluss an dem Zentrumsabschnitt kleiner ist als derjenige an einem peripheren Abschnitt. Spezifischer gesagt wird in einem präzisen Sinn das elektromagnetische Feld, welches durch die Detektionswicklung **4** erzeugt wird, durch eine Vektorsumme des elektromagnetischen Feldes, welches durch jede Seite gebildet wird. Jede Seite eines Leiters erzeugt das elektromagnetische Feld nahe dem Leiter ist stärker als dasjenige entfernt von dem Leiter. Eine Ebene, auf welcher ein Detektionsobjekt angeordnet ist, ist von der Öffnungsfläche der Wicklung **4** um eine Strecke beabstandet und zwar einer Strecke zwischen der Ebene und der Öffnungsfläche entlang der Wicklungsachse der Wicklung **4**. Es wird daher das elektromagnetische Feld entlang der Wicklungsachse, welches durch jede Seite erzeugt wird, nicht reduziert und zwar verglichen mit dem elektromagnetischen Feld entlang der Ebene parallel zu der Öffnungsfläche. Da jedoch bei der herkömmlichen Konstruktion der Durchmesser der Wicklung zunimmt, wird die Empfindlichkeit an dem mittleren Abschnitt stark reduziert. Diese Schwierigkeit wird durch die Konstruktion der Detektionswicklung **4** beseitigt, die in **Fig. 2** gezeigt ist. Ferner kann die Wicklung **4** in der Figur einer Acht einfach hergestellt werden, das heißt in einem Wicklungsschritt zur Bildung der Wicklung **4**, was in einfacher Weise erfolgen kann.

[0035] Obwohl die in **Fig. 2** gezeigte Wicklung **4** aus einer Zweiwindungs-Wicklung besteht, kann die Zahl der Windungen in jeder Wicklung **4** auch verschieden von zwei sein.

[0036] In **Fig. 2** schneiden sich aufeinanderfolgende Seiten **13, 21** und die anderen aufeinanderfolgenden Seiten **17, 25** miteinander und zwar in einem vorbestimmten Winkel. Es wird daher das elektromagnetische Feld nahe den aufeinanderfolgenden Seiten **13, 17, 21, 25**, welches durch die Stromsumme gebildet wird, die größer ist als die Stromsumme an anderen Abschnitten, eingeschränkt.

(Zweite Ausführungsform)

[0037] **Fig. 3** zeigt eine andere Detektionswicklung **4** gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Wicklung **4** enthält ferner dritte bis sechste Abschnitte **7 bis 10**. Der dritte Abschnitt **7** befindet sich benachbart zu dem zweiten Abschnitt **6** in der X-Richtung. Der vierte Abschnitt **8** befindet sich benachbart zu dem ersten Abschnitt **5** in der Y-Richtung. Hierbei bildet die X-Richtung eine erste Anordnungsrichtung, und die Y-Richtung bildet eine zweite Anordnungsrichtung. Der fünfte Abschnitt **9** befindet sich benachbart zu dem zweiten Abschnitt **6** in der Y-Richtung, und der sechste Abschnitt **10** ist

benachbart dem dritten Abschnitt **7** in der Y-Richtung angeordnet. Die vierten bis sechsten Abschnitte **8** bis **10** sind linien-symmetrisch zu den ersten bis dritten Abschnitten **5** bis **8** angeordnet. Die Wicklung **4** ist aus den ersten bis sechsten Abschnitten **5** bis **10** zusammengesetzt und ist aus einem Draht **1** gebildet.

[0038] Die Wicklung **4** ist in solcher Weise ausgebildet, dass der erste bis dritte Abschnitt **5** bis **7** in der X-Richtung angeordnet ist und dann der vierte bis sechste Abschnitt **8** bis **10** in der X-Richtung angeordnet wird, die benachbart zu den ersten bis dritten Abschnitten **5** bis **7** entlang der Y-Richtung liegen. Es wird somit eine Detektionswicklung **4** mit einer nahezu rechteckförmigen Gestalt und mit einer Länge L und einer Weite oder Breite von 2W ausgebildet. In den sechs Abschnitten **5** bis **10** der Wicklung **4** besitzen die zwei aufeinanderfolgenden Seiten die gleiche Stromflussrichtung und befinden sich benachbart zueinander. Die Empfindlichkeitsreduzierung am Zentrum der Wicklung **4** wird somit stark eingeschränkt. Daher schwankt die Empfindlichkeit des Sensors nicht, sodass der Sensor eine hohe Detektionsgenauigkeit aufweist.

(Dritte Ausführungsform)

[0039] **Fig. 4** zeigt die Detektionswicklung **4** gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Wicklung **4** ist aus einem Draht **1** gebildet. Spezifischer gesagt ist die Drahtanordnung, das heißt die Wicklungsanordnung in **Fig. 4** verschieden von derjenigen in **Fig. 3**. Jedoch besitzt die Wicklung **4** eine ähnliche Anordnung der Abschnitte **5** bis **10**. Somit wird die Empfindlichkeitsreduktion am Zentrum der Wicklung **4** stark eingeschränkt. Somit schwankt die Empfindlichkeit des Sensors nicht, sodass der Sensor eine hohe Detektionsgenauigkeit erreicht.

(Vierte Ausführungsform)

[0040] **Fig. 5** zeigt die Detektionswicklung **4** gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Wicklung **4** ist in solcher Weise ausgebildet, dass ein erster Abschnitt **5** durch Wickeln des Drahtes **1** gemäß vielen Windungen ausgebildet wird, um eine Vielfachwindungs-Wicklung zu bilden, und indem dann der zweite Abschnitt **6** durch Wickeln des Drahtes **1** gemäß vielfachen Windungen und so weiter ausgebildet wird. Wenn ein Abschnitt beendet worden ist, wird der Draht **1** in einem rechten Winkel umgebogen und es wird dann der nächste Abschnitt ausgebildet. Somit besitzen zwei aufeinanderfolgende Seiten in zwei Abschnitten die gleiche Stromflussrichtung und sind auch benachbart zueinander gelegen. Daher schwankt die Empfindlichkeit des Sensors nicht, sodass der Sensor eine hohe Detektionsgenauigkeit erreicht.

(Fünfte Ausführungsform)

[0041] **Fig. 6** zeigt die Detektionswicklung **4** gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Wicklung **4** besitzt viele Abschnitte, von denen jeder eine dreieckförmige Wicklungsöffnungsfläche aufweist. Die Wicklung **4** ist durch einen Draht **1** gebildet und zwei aufeinanderfolgende Seiten in zwei Abschnitten besitzen die gleiche Stromflussrichtung. Somit wird die Empfindlichkeit des Sensors keiner Schwankung unterworfen, sodass der Sensor eine hohe Detektionsgenauigkeit aufweist.

(Modifizierte Ausführungsformen)

[0042] In **Fig. 2** kann zur Reduzierung des Magnetfeldes, welches durch die aufeinanderfolgenden Seiten **13**, **21**, **17**, **25** erzeugt wird, ein Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Seiten erhöht werden. Spezifischer gesagt können die aufeinanderfolgenden Seiten **13**, **21**, **17**, **25** so angeordnet werden, dass der Abstand dazwischen in der X-Richtung verbreitert wird. Der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Seiten wird in geeigneter Weise festgelegt.

[0043] Obwohl jeder Abschnitt **5** bis **10** der Wicklung **4** eine quadratische Gestalt oder eine dreieckförmige Gestalt aufweist, kann auch jeder Abschnitt eine andere Gestalt aufweisen wie beispielsweise eine trapezförmige Gestalt, eine polygonale Gestalt und auch eine im Wesentlichen kreisförmige Gestalt. Wenn beispielsweise jeder Abschnitt eine im Wesentlichen kreisförmige Gestalt aufweist, können sich benachbarte zwei Abschnitte teilweise überlappen oder sich auch teilweise überschneiden. Ferner kann jeder Abschnitt vollständig benachbart zu jedem anderen angeordnet sein oder kann sich mit jedem anderen überlappen.

(Sechste Ausführungsform)

[0044] Ein elektromagnetischer Impedanzsensor kann für einen lateralen Kollisionsdetektor für ein Fahrzeug verwendet werden. **Fig. 7** zeigt eine Innenseite einer Tür **100** eines Fahrzeugs. Die Tür **100** enthält eine Außenplatte **101** und eine Innenplatte **102**. Die Außenplatte **101** ist an einer Außenseite des Fahrzeugs angeordnet, und die Innenplatte **102** ist an einer Innenseite des Fahrzeugs angeordnet. Die Innenplatte **102** liegt der Außenplatte **101** gegenüber und ist von der Außenplatte **101** beabstandet. Die Detektionswicklung **4** ist an einer Seite der Innenplatte **102** montiert und zwar der Seite, die der Außenplatte **101** gegenüberliegt.

[0045] Ein Pfahl oder Stange kollidiert seitlich mit der Tür **100**. Bei einer lateralen Kollisionsbedingung, die in US FMVSS214 definiert ist, bildet ein Pfahl oder Säule eine zylinderförmige Säule mit einem

Durchmesser von 10 Inch (entsprechend 255 mm). Der Pfahl schlägt auf die Tür **100** auf und zwar mit einer Kollisionsgeschwindigkeit von 20 mph entsprechend (32 km/Stunde). Nach zehn Millisekunden von der Kollision an gerechnet wird die Rate der Impedanzänderung der Detektionswicklung **4** analysiert. Hierbei ist es erforderlich, dass der Sensor die Kollision innerhalb von 10 Millisekunden im Hinblick auf einen Passagierschutz detektiert. Wenn der Pfahl mit der Kollisionsgeschwindigkeit von 20 mph kollidiert, wird die Außenplatte **101** deformiert und zwar in eine Gestalt, die in [Fig. 7](#) mit gestrichelter Linie dargestellt ist und zwar nach 10 Millisekunden von der Kollision an gerechnet. Es wird somit die Außenplatte **101** deformiert und zwar in eine kreisförmige Gestalt entsprechend dem Pfahl. Eine Weite W_1 eines konkaven Hohlraumes entspricht der Deformation der Außenplatte **101** und liegt bei 240 mm.

[0046] Hierbei besteht die Detektionswicklung **4** aus einer von vier Typen, die in den [Fig. 8A](#) bis [Fig. 8D](#) gezeigt sind. Die erste Wicklung **121**, die in [Fig. 8A](#) gezeigt ist, besitzt eine rechteckförmige Gestalt mit einer longitudinalen Seite von 1440 mm, die parallel zur Fahrzeuglängsrichtung verläuft, das heißt einer Fahrzeug-Horizontalrichtung. Die erste Wicklung **121** besitzt keine Teilwicklung. Die zweite Wicklung **122**, die in [Fig. 8B](#) gezeigt ist, besitzt eine longitudinale Seite der zweiten Wicklung **122** mit 1440 mm, und die Wicklung **122** umfasst zwei Teilwicklungen **122a**, **122b**. Somit entspricht die zweite Wicklung **122** der in [Fig. 2](#) gezeigten Wicklung. Die Länge von jeder Teilwicklung **122a**, **122b** in der Fahrzeuglängsrichtung beträgt 720 mm. Die dritte Wicklung **123**, die in [Fig. 8C](#) gezeigt ist, hat eine Länge einer longitudinalen Seite von 1440 mm, und die Wicklung **123** umfasst vier Teilwicklungen **123a** bis **123d**. Die Länge von jeder Teilwicklung **123a** bis **123d** verläuft in der Fahrzeuglängsrichtung und liegt bei 360 mm. Die vierte Wicklung **124**, die in [Fig. 8D](#) gezeigt ist, hat eine Länge der longitudinalen Seite von 1440 mm und die Wicklung **124** umfasst sechs Teilwicklungen **124a** bis **124f**. Die Länge von jeder Teilwicklung **124a** bis **124f** in der Fahrzeuglängsrichtung beträgt 240 mm.

[0047] Jede Wicklung **121** bis **124** wird unter einer Bedingung getestet, dass eine Kollisionsposition des Pfahles oder der Säule an der Tür **100** verschoben wird. Spezifischer gesagt wird das Zentrum der Kollisionsposition von dem Zentrum der Wicklung **121** bis **124** zu einem Ende der Detektionswicklung **4** hin verschoben.

[0048] Die Testergebnisse sind in [Fig. 9](#) gezeigt. Dabei repräsentiert VIIIA das Ergebnis der ersten Wicklung **121**, VIIIB repräsentiert das Ergebnis der zweiten Wicklung **122**, VIIC repräsentiert das Ergebnis der dritten Wicklung **123** und VIID repräsentiert das Ergebnis der vierten Wicklung **124**. Null in der

horizontalen Achse zeigt eine Position an und zwar von dem Kollisionszentrum aus und bedeutet, dass die Zentrumsposition des Pfahles oder der Säule am Zentrum der Wicklung **121** bis **124** angeordnet ist, das heißt einem Krümmungszentrum der deformierten Außenplatte **101**, welches am Zentrum der Wicklung **121** bis **124** angeordnet ist. Die vertikale Achse zeigt die Sensordetektionsempfindlichkeit an, das heißt die Rate der Impedanzänderung der Detektionswicklung **4**. Minus bedeutet, dass die Impedanz reduziert wird. Die Änderungsrate der Impedanz wird dadurch berechnet, indem die Impedanz nach der Kollision durch die Impedanz vor der Kollision geteilt wird.

[0049] Wie in [Fig. 9](#) gezeigt ist, liegt dann, wenn die Detektionswicklung **4** aus der ersten Wicklung **121** besteht, die aus einer großen einen Wicklung besteht, der Absolutwert der Rate der Impedanzänderung bei circa 0,046 in einem Bereich zwischen Null und 550 mm.

[0050] Wenn die Detektionswicklung **4** aus der zweiten Wicklung **122** besteht, wird der Absolutwert der Rate der Impedanzänderung maximiert, wenn das Kollisionszentrum sich nahe bei dem Zentrum der Detektionswicklung **122** befindet, sodass die Empfindlichkeit der Wicklung **122** hoch ist. Wenn jedoch das Kollisionszentrum von dem Zentrum der Detektionswicklung **122** aus versetzt wird, wird die Detektionsempfindlichkeit reduziert.

[0051] Wenn die Wicklungswicklung **4** aus der dritten Wicklung **123** besteht, ändert sich der Absolutwert der Rate der Impedanzänderung mit einem Wellenmuster. An einer bestimmten Position ist der Absolutwert der Rate der Impedanzänderung in der Kurve VIIC größer als derjenige in der Kurve VIIIA entsprechend der ersten Wicklung **121**. An einer anderen bestimmten Position ist der Absolutwert der Rate der Impedanzänderung in der Kurve VIIC kleiner als in der Kurve VIIIA. Somit wird die Detektionsempfindlichkeit verschoben und es entsteht ein gewisser Bereich, in welchem die Empfindlichkeit kleiner ist als diejenige der ersten Wicklung **121**.

[0052] Wenn die Detektionswicklung **4** aus der vierten Wicklung **124** besteht, bleibt der Absolutwert der Rate der Impedanzänderung nahezu konstant, das heißt es liegt bei 0,055. Spezifischer gesagt wird der Absolutwert der Rate der Impedanzänderung stabilisiert ohne dabei von der Position des Kollisionszentrums abhängig zu sein. Ferner ist der Absolutwert der Rate der Impedanzänderung in der Kurve VIID immer höher als derjenige in der Kurve VIIIA.

[0053] Somit wird die Weite der Teilwicklung in der horizontalen Richtung des Fahrzeugs so eingestellt, dass sie kleiner ist als die Weite der Deformation der Außenplatte **101**, die durch eine Kollision mit dem

Pfahl oder Säule verursacht wird, sodass die Detektionsempfindlichkeit erhöht wird. Ferner wird die Abweichung der Empfindlichkeit in Bezug auf die Kollisionsposition reduziert.

[0054] Wenn somit die Weite der Teilwicklung in der horizontalen Richtung des Fahrzeugs so eingestellt wird, dass sie kleiner ist als 240 mm, kann das System die Kollision mit dem Pfahl innerhalb von 10 Millisekunden detektieren. Wenn ferner die Weite der Teilwicklung in der horizontalen Richtung des Fahrzeugs so eingestellt wird, dass sie kleiner ist als 200 mm, kann das System die Kollision mit dem Pfahl innerhalb von 6 Millisekunden detektieren.

(Siebente Ausführungsform)

[0055] Durch die Verwendung des oben erläuterten elektromagnetischen Impedanzsensors kann ein Passagierschutzsystem für ein Fahrzeug ausgebildet werden. [Fig. 10](#) zeigt das Passagierschutzsystem.

[0056] Das System enthält einen elektromagnetischen Impedanzsensor **200**, eine Kollision-Bestimmungsvorrichtung **300** und eine Passagierschutzvorrichtung **400**. Der Sensor **200** enthält einen von Sensoren, die in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 9](#) gezeigt sind. Die Kollision-Bestimmungsvorrichtung **300** bestimmt eine Kollision zwischen dem Fahrzeug und einem Objekt auf der Grundlage der Ausgangsgröße des Sensors **200**. Wenn beispielsweise der Sensor **200** an der Tür **1** montiert ist, bestimmt die Kollision-Bestimmungsvorrichtung **300**, ob das Objekt mit der Tür **1** kollidiert. Diese Bestimmung wird basierend auf einer Impedanzänderung durchgeführt. Die Schutzvorrichtung **4** besteht beispielsweise aus einem Airbagsystem. Basierend auf der Bestimmung der Bestimmungsvorrichtung **300** arbeitet dann die Schutzvorrichtung **400**.

[0057] Hierbei kann eine Teilwicklung aus einer kreisförmigen Wicklung bestehen, die in [Fig. 11](#) gezeigt ist. Die Wicklung **4** enthält einen mittleren Abschnitt **50**, der nahezu den mittleren Punkt der Wicklungs- oder Spulenlänge darstellt. Die Wicklung **4** enthält eine äußere Wicklung **51** als erste Wicklung und eine innere oder Heim-Wicklung **52** als zweite Wicklung. Die äußere Wicklung **51** ist von dem Startanschluss **30** des mittleren Abschnitts **50** aus angeordnet und die innere oder Heim-Wicklung **52** ist von dem mittleren Abschnitt **50** zum Endanschluss **40** hin angeordnet. Somit bildet ein Teil der äußeren Wicklung **51** und ein Teil der Heimwicklung **52** eine Teilwicklung und der andere Teil der äußeren Wicklung **51** und der andere Teil der Heimwicklung **52** bilden eine andere Teilwicklung. Die äußere Wicklung **51** umfasst zwei Halbweg-Windungen, die miteinander verbunden sind. Die Heim- oder Heimwärtswicklung **52** umfasst ebenfalls zwei Halbweg-Windungen, die miteinander verbunden sind.

[0058] Die obige Erläuterung umfasst die folgenden Aspekte.

[0059] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung detektiert ein elektromagnetischer Impedanzsensor ein Objekt berührungsfrei. Das Objekt besteht aus einem leitenden Material oder einem weichmagnetischen Material. Der Sensor enthält folgendes: eine Detektionswicklung mit einer Wicklungs- oder Spulenfläche, die einem Detektionsbereich gegenüberliegt, in welchem das Objekt angeordnet ist; und eine Detektionsschaltung zum Zuführen einer Wechselstromenergie zu der Detektionswicklung und zum Detektieren des Objektes durch Messen der Änderung in der elektromagnetischen Impedanz in der Detektionswicklung. Die Detektionswicklung enthält eine Vielzahl von Wicklungsabschnitten, die durch einen Draht vorgesehen sind. Jeder Wicklungsabschnitt ist an der Wicklungsfläche angeordnet und besitzt eine vorbestimmte Anordnung. Die Vielzahl der Wicklungsabschnitte ist sequenziell entlang einer ersten Richtung angeordnet.

[0060] Da bei dem oben erläuterten Sensor die Wicklungsabschnitte in Reihe miteinander gekoppelt sind, führt die Detektionswicklung gemeinsam Elektrizität zu und misst gemeinsam die Impedanzänderung der Detektionswicklung. Somit kann die Schaltungskonstruktion vereinfacht.

[0061] Ferner bildet ein Draht eine Vielzahl von Wicklungsabschnitten, sodass eine Schwankung der Magnetflussdichte reduziert wird und die Detektionsgenauigkeit des Sensors verbessert wird.

[0062] Alternativ können eine Vielzahl von Wicklungsabschnitten einen Wicklungsabschnitt enthalten, der benachbart zu einem anderen Wicklungsabschnitt angeordnet ist. Der eine Wicklungsabschnitt besitzt eine Seite, die benachbart zu einer entsprechenden Seite des anderen Wicklungsabschnitts gelegen ist. Die Seite des einen Wicklungsabschnitts erstreckt sich entlang einer vorbestimmten Richtung und die entsprechende Seite des anderen Wicklungsabschnitts erstreckt sich ebenfalls entlang der vorbestimmten Richtung. Die Seite des einen Wicklungsabschnitts weist eine Stromflussrichtung auf, welche die gleiche ist wie die Stromflussrichtung der entsprechenden Seite des anderen Wicklungsabschnitts. Die Stromflussrichtung der einen Seite des einen Wicklungsabschnitts ist parallel zu der entsprechenden Seite des anderen Wicklungsabschnitts. Daher verstärken sich der Magnetfluss, der durch die eine Seite erzeugt wird, und der Magnetfluss, der durch die entsprechende Seite erzeugt wird, gegenseitig. Daher wird verhindert, dass die Detektionsempfindlichkeit an jedem Abschnitt des Detektionsbereiches Schwankungen unterworfen wird, sodass der Sensor eine hohe Detektionsgenauigkeit aufweist.

[0063] Alternativ verläuft die erste Richtung senkrecht zu der zweiten Richtung. Jeder Wicklungsabschnitt enthält eine erste Seite und eine zweite Seite. Die erste Seite erstreckt sich entlang der ersten Richtung und die zweite Seite erstreckt sich entlang der zweiten Richtung. Die Vielzahl der Wicklungsabschnitte ist entlang der ersten Richtung angeordnet. Ferner kann die Detektionswicklung eine äußere Wicklung und eine innere Wicklung oder Heimwicklung enthalten. Die äußere Wicklung liefert eine Vielzahl von ersten Halbweg-Windungen, die sequenziell miteinander verbunden sind. Die Heimwicklung umfasst eine Vielzahl von zweiten Halbweg-Windungen, die sequenziell miteinander verbunden sind. Eine der Vielzahl der ersten Halbweg-Windungen (halfway turns) und eine entsprechende eine der Vielzahl der zweiten Halbweg-Windungen liefern einen der Wicklungsabschnitte.

[0064] Obwohl bei den oben erläuterten Fällen die Detektionswicklung eine Vielzahl von Wicklungsabschnitten enthält, die entlang der ersten Richtung angeordnet sind, wird der Herstellungsprozess für die Detektionswicklung oder Detektionsspule vereinfacht. Ferner wird auch die Zahl der Verbindungen der Detektionswicklung reduziert. Somit wird die Zuverlässigkeit des Sensors ebenfalls verbessert.

[0065] Ferner kann die Detektionswicklung eine Doppelwindungsfigur gemäß der Gestalt einer Acht aufweisen und die zweite Seite des einen Wicklungsabschnitts schneidet sich mit der zweiten Seite des anderen Wicklungsabschnitts. Ferner kann die Vielzahl der Wicklungsabschnitte erste bis sechste Wicklungsabschnitte enthalten. Die ersten bis dritten Wicklungsabschnitte sind entlang der ersten Richtung angeordnet, und die vierten bis sechsten Wicklungsabschnitte sind entlang der ersten Richtung angeordnet, und die ersten bis dritten Wicklungsabschnitte und die vierten bis sechsten Wicklungsabschnitte sind entlang der zweiten Richtung angeordnet. Jeder Wicklungsabschnitt bildet wenigstens eine Zweiwindungs-Wicklung. Ferner kann jeder Wicklungsabschnitt auch eine Vielfachwindungs-Wicklung aufweisen. Der eine Draht besitzt ein erstes Ende und ein zweites Ende. Das erste Ende ist benachbart dem zweiten Ende gelegen. Der eine Wicklungsabschnitt und der andere Wicklungsabschnitt sind mit dem einen Draht in einer solchen Weise verbunden, dass der eine Draht in einem geraden Winkel oder rechten Winkel an einem Verbindungsabschnitt zwischen dem einen Wicklungsabschnitt und dem anderen Wicklungsabschnitt umgebogen werden kann. Ferner kann jeder Wicklungsabschnitt eine quadratische Gestalt aufweisen. Der zweite Wicklungsabschnitt ist benachbart dem ersten Wicklungsabschnitt gelegen und zwar entlang der ersten Richtung, sodass die zweite Seite des ersten Wicklungsabschnitts benachbart zur zweiten Seite des zweiten Wicklungsabschnittes ist. Die zweite Seite des ersten

Wicklungsabschnitts besitzt eine Stromflussrichtung, welche die gleiche ist wie die Stromflussrichtung der zweiten Seite des zweiten Wicklungsabschnitts, wobei die Stromflussrichtung parallel zu der zweiten Richtung verläuft. Der vierte Wicklungsabschnitt ist benachbart zu dem ersten Wicklungsabschnitt entlang der zweiten Richtung angeordnet, sodass die erste Seite des ersten Wicklungsabschnitts benachbart zur ersten Seite des vierten Wicklungsabschnitts liegt. Die erste Seite des ersten Wicklungsabschnitts besitzt eine andere Stromflussrichtung, welche die gleiche ist wie die Stromflussrichtung der ersten Seite des vierten Wicklungsabschnitts, wobei die andere Stromflussrichtung parallel zur ersten Richtung verläuft.

[0066] Alternativ kann das Objekt eine Außenplatte einer Tür eines Fahrzeugs sein. Die Detektionswicklung ist an einer Seite der Innenplatte der Tür angeordnet, wobei die Seitenfläche zur Außenplatte hinweist. Die Innenplatte ist von der Außenplatte beabstandet. Jeder Wicklungsabschnitt besitzt eine Weite in einer horizontalen Richtung des Fahrzeugs. Die Weite ist gleich mit oder kleiner als 240 mm. In diesem Fall wird die Detektionsempfindlichkeit erhöht. Ferner wird auch die Abweichung der Empfindlichkeit in Bezug auf die Kollisionsposition reduziert.

[0067] Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung enthält ein Passagierschutzsystem folgendes: den elektromagnetischen Impedanzsensor gemäß dem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung; ein Kollision-Bestimmungselement zum Bestimmen einer Kollision zwischen dem Fahrzeug und einem externen Körper basierend auf einer Ausgangsgröße des Sensors; und ein Passagierschutzelement zum Schützen eines Passagiers eines Fahrzeugs. Das Passagierschutzelement funktioniert basierend auf der Bestimmung des Kollision-Bestimmungselements.

[0068] Bei dem oben erläuterten System funktioniert das Passagierschutzelement basierend auf dem Signal von dem elektromagnetischen Impedanzsensor, der die angegebene Detektionsgenauigkeit besitzt.

[0069] Obwohl die Erfindung unter Hinweis auf bevorzugte Ausführungsformen derselben beschrieben wurde, sei darauf hingewiesen, dass die Erfindung nicht auf die bevorzugten Ausführungsformen und Konstruktionen beschränkt ist. Durch die Erfindung sollen vielfältige Modifikationen und äquivalente Anordnungen mit erfasst werden. Obwohl darüber hinaus vielfältige Kombinationen und Konfigurationen angegeben wurden, die bevorzugt werden, können auch andere Kombinationen und Konfigurationen mehr oder weniger oder lediglich ein einzelnes Element realisiert werden, ohne jedoch dadurch in den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Elektromagnetischer Impedanzsensor, insbesondere für ein Passagierschutzsystem, zum berührungsfreien Detektieren der Annäherung eines aus einem leitenden Material oder einem weichmagnetischen Material bestehenden Objektes an eine von einer Detektionswicklung (4, 121 bis 124) des Sensors eingenommenen Wicklungsfläche, die einem Detektionsbereich gegenüberliegt, in welchem das Objekt angeordnet ist; mit einer Detektionsschaltung (2), zum Zuführen von Wechselstromenergie zu der Detektionswicklung (4, 121 bis 124) und zum Detektieren der Annäherung des Objektes durch Messen einer Änderung der elektromagnetischen Impedanz der Detektionswicklung (4, 121 bis 124), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Detektionswicklung (4, 121 bis 124) eine Vielzahl an Wicklungsabschnitten (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) enthält, die durch einen Draht (1) gebildet sind, jeder Wicklungsabschnitt (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) in der Wicklungsfläche angeordnet ist und zwar in einer vorbestimmten Anordnung, und die Vielzahl der Wicklungsabschnitte (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) sequenziell entlang einer ersten Richtung (X) angeordnet sind.

2. Sensor nach Anspruch 1, bei dem die Vielzahl der Wicklungsabschnitte (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) einen Wicklungsabschnitt (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) benachbart zu einem anderen Wicklungsabschnitt (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) enthalten, der eine Wicklungsabschnitt (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) eine Seite aufweist, die benachbart zu einer entsprechenden Seite des anderen Wicklungsabschnittes (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) gelegen ist, sich die Seite des einen Wicklungsabschnitts (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) entlang einer zweiten Richtung (Y) erstreckt und die entsprechende Seite des anderen Wicklungsabschnitts (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) sich entlang der zweiten Richtung (Y) erstreckt, die erste Richtung (X) verschieden von der zweiten Richtung (Y) ist, und die Seite des einen Wicklungsabschnitts (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) eine Stromflussrichtung aufweist, welche die gleiche ist wie die Stromflussrichtung der entsprechenden Seite des anderen Wicklungsabschnitts (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f).

3. Sensor nach Anspruch 2, bei dem

die erste Richtung (X) senkrecht zu der zweiten Richtung (Y) verläuft, jeder Wicklungsabschnitt (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) eine erste Seite und eine zweite Seite enthält, und sich die erste Seite entlang der ersten Richtung (X) erstreckt, und sich die zweite Seite entlang der zweiten Richtung (Y) erstreckt.

4. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Detektionswicklung (4) eine äußere Wicklung (51) und eine innere oder Heim-Wicklung (52) enthält, die äußere Wicklung (51) eine Vielzahl von ersten Halbweg-Windungen aufweist, die sequenziell miteinander verbunden sind, die innere oder Heimwicklung (52) eine Vielzahl von zweiten Halbweg-Windungen aufweist, die sequenziell miteinander verbunden sind, und eine der Vielzahl der ersten Halbweg-Windungen und eine entsprechende eine der Vielzahl der zweiten Halbweg-Windungen einen der Wicklungsabschnitte (5 bis 10) bilden.

5. Sensor nach Anspruch 2 oder 3, bei dem die Vielzahl der Wicklungsabschnitte (5 bis 10) entlang sowohl der ersten Richtung (X) als auch der zweiten Richtung (Y) angeordnet sind.

6. Sensor nach einem der Ansprüche 2 bis 5, bei dem jeder Wicklungsabschnitt (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) eine quadratische Gestalt, eine dreiecksförmige Gestalt, eine polygonale Gestalt oder eine kreisförmige Gestalt aufweist.

7. Sensor nach Anspruch 3, bei dem die Detektionswicklung (4) eine Doppelwindungsfigur gemäß der Gestalt einer Acht aufweist, und die zweite Seite des einen Wicklungsabschnitts (5 bis 10) sich mit der zweiten Seite des anderen Wicklungsabschnitts (5 bis 10) schneidet.

8. Sensor nach Anspruch 3, bei dem die Vielzahl der Wicklungsabschnitte (5 bis 10) erste bis sechste Wicklungsabschnitte (5 bis 10) umfasst, die ersten bis dritten Wicklungsabschnitte (5 bis 7) entlang der ersten Richtung (X) angeordnet sind, und der vierte bis sechste Wicklungsabschnitt (8 bis 10) entlang der ersten Richtung (X) angeordnet sind, der erste und der vierte Wicklungsabschnitt (5, 8), der zweite und der fünfte Wicklungsabschnitt (6, 9) und der dritte und der sechste Wicklungsabschnitt (7, 10) jeweils entlang der zweiten Richtung (Y) angeordnet sind, und jeder Wicklungsabschnitt (5 bis 10) wenigstens eine Zweiwindungs-Wicklung bildet.

9. Sensor nach Anspruch 8, bei dem

jeder Wicklungsabschnitt (5 bis 10) eine Vielfachwindungs-Wicklung bildet, der eine Draht (1) ein erstes Ende (30) und ein zweites Ende (40) aufweist, wobei das erste Ende (30) benachbart dem zweiten Ende (40) gelegen ist, und der eine Wicklungsabschnitt (5 bis 10) und der andere Wicklungsabschnitt (5 bis 10) mit dem einen Draht (1) in einer solchen Weise verbunden sind, dass der eine Draht (1) in einem rechten Winkel an einem Verbindungsabschnitt zwischen dem einen Wicklungsabschnitt (5 bis 10) und dem anderen Wicklungsabschnitt (5 bis 10) umgebogen ist.

nach einem der Ansprüche 1 bis 11; einem Kollision-Bestimmungselement (300) zum Bestimmen einer Kollision zwischen dem Fahrzeug und einem externen Körper basierend auf einer Ausgangsgröße des Sensors (200); und einem Passagierschutzelement (400) zum Schützen eines Passagiers des Fahrzeugs, wobei das Passagierschutzelement (400) basierend auf der Bestimmung des Kollision-Bestimmungselements (300) arbeitet und funktioniert.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

10. Sensor nach Anspruch 9, bei dem jeder Wicklungsabschnitt (5 bis 10) eine quadratische Gestalt aufweist, der zweite Wicklungsabschnitt (6) benachbart dem ersten Wicklungsabschnitt (5) entlang der ersten Richtung (X) angeordnet ist, sodass die zweite Seite des ersten Wicklungsabschnittes (5) benachbart zu der zweiten Seite des zweiten Wicklungsabschnittes (6) gelegen ist, die zweite Seite des ersten Wicklungsabschnittes (5) eine Stromflussrichtung aufweist, welche die gleiche ist wie die Stromflussrichtung der zweiten Seite des zweiten Wicklungsabschnittes (6), wobei die Stromflussrichtung parallel zu der zweiten Richtung (Y) verläuft, der vierte Wicklungsabschnitt (8) benachbart dem ersten Wicklungsabschnitt (5) entlang der zweiten Richtung (Y) angeordnet ist, sodass die erste Seite des ersten Wicklungsabschnittes (5) benachbart zu der ersten Seite des vierten Wicklungsabschnittes (8) ist, und die erste Seite des ersten Wicklungsabschnittes (5) eine andere Stromflussrichtung aufweist, welche die gleiche ist wie eine Stromflussrichtung der ersten Seite des vierten Wicklungsabschnittes (8), wobei die andere Stromflussrichtung parallel zu der ersten Richtung (X) verläuft.

11. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem das Objekt aus einer Außenplatte (101) einer Tür (100) eines Fahrzeugs besteht, die Detektionswicklung (4, 121 bis 124) an einer Seite einer Innenplatte (102) der Tür (100) angeordnet ist, wobei die Seite der Außenplatte (101) gegenüberliegt, die Innenplatte (102) von der Außenplatte (101) beabstandet ist, jeder Wicklungsabschnitt (5 bis 10, 121, 122a bis 122b, 123a bis 123d, 124a bis 124f) eine Weite in einer horizontalen Richtung des Fahrzeugs aufweist, und die Weite gleich ist oder kleiner ist als 240 mm.

12. Passagierschutzsystem mit:
dem elektromagnetischen Impedanzsensor (200)

FIG. 1

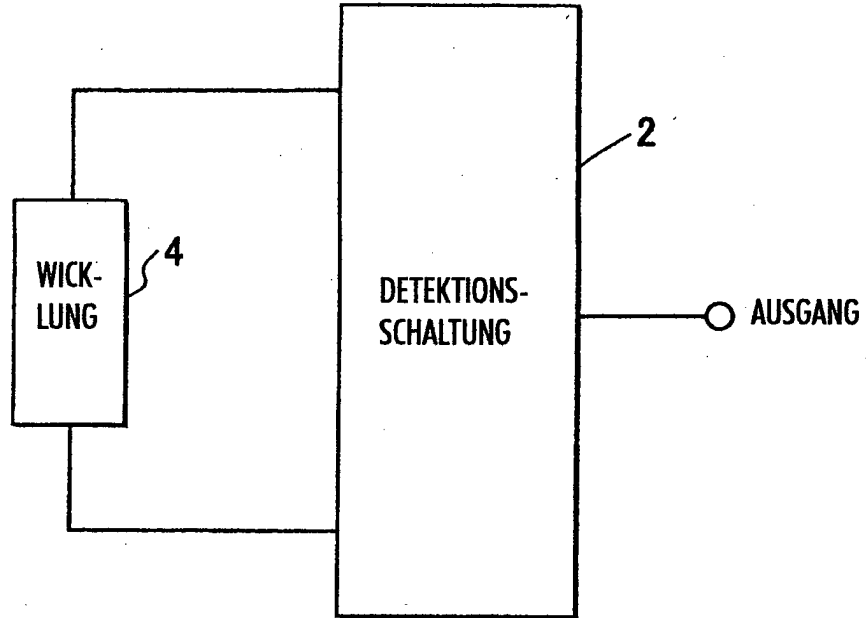


FIG. 2

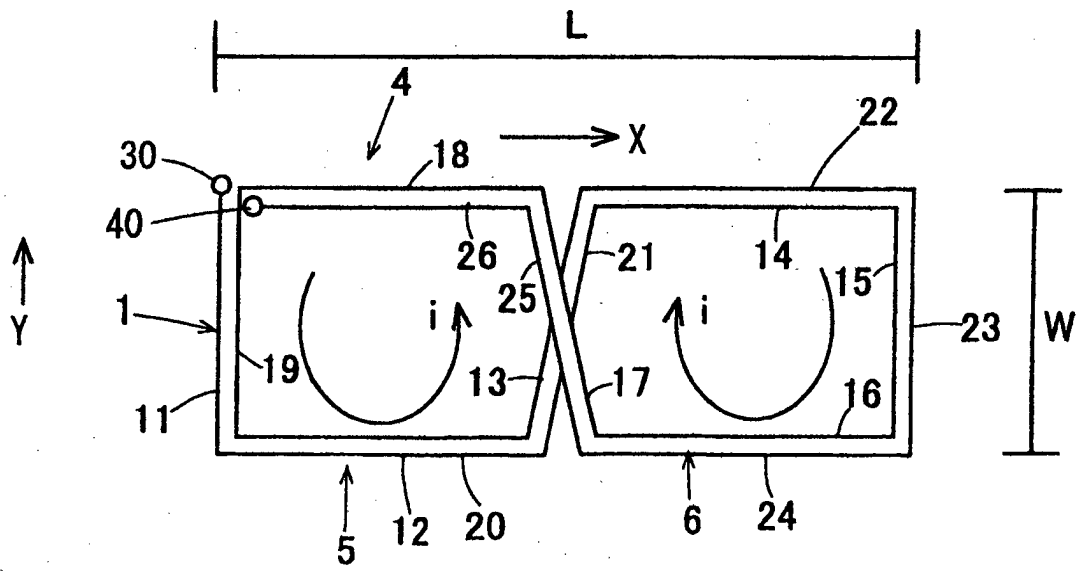


FIG. 3

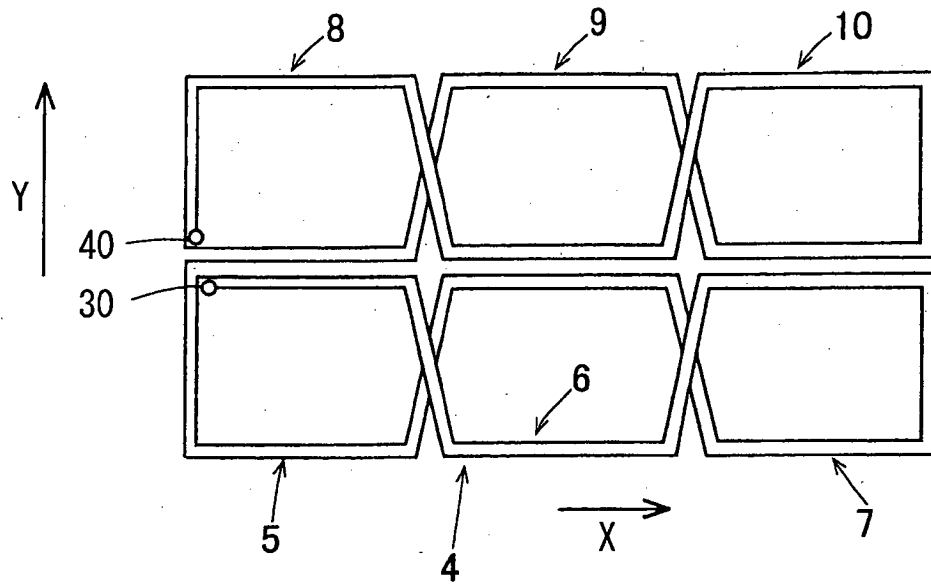


FIG. 4

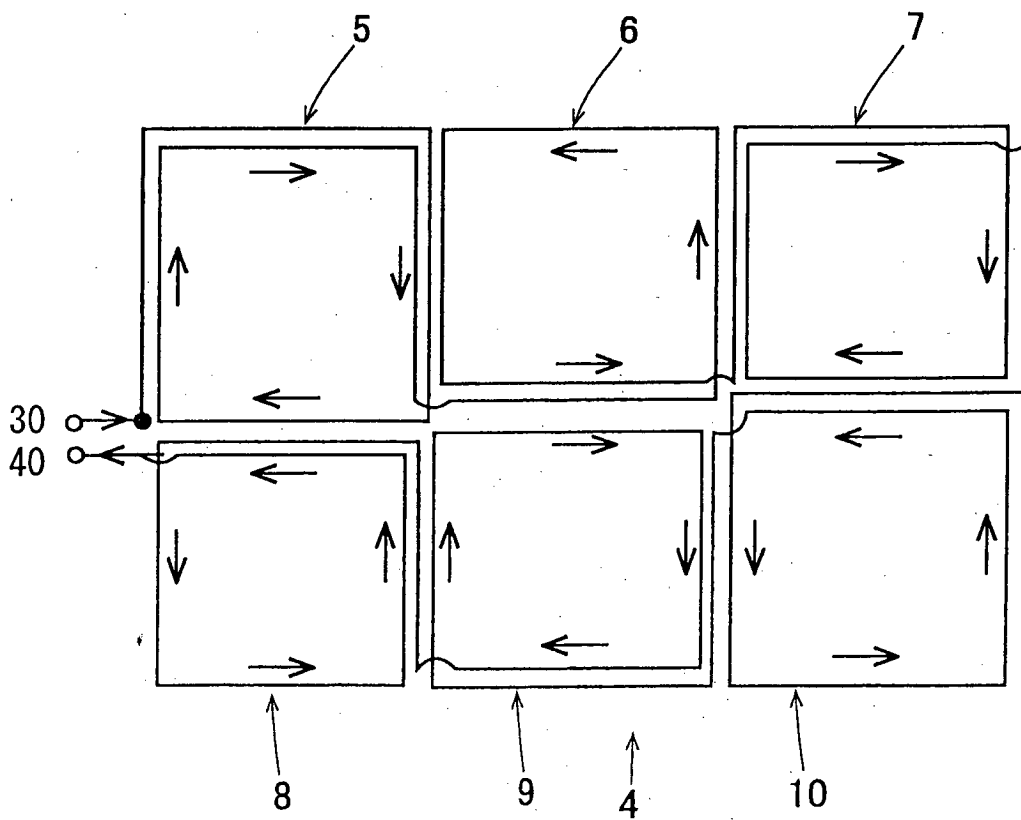
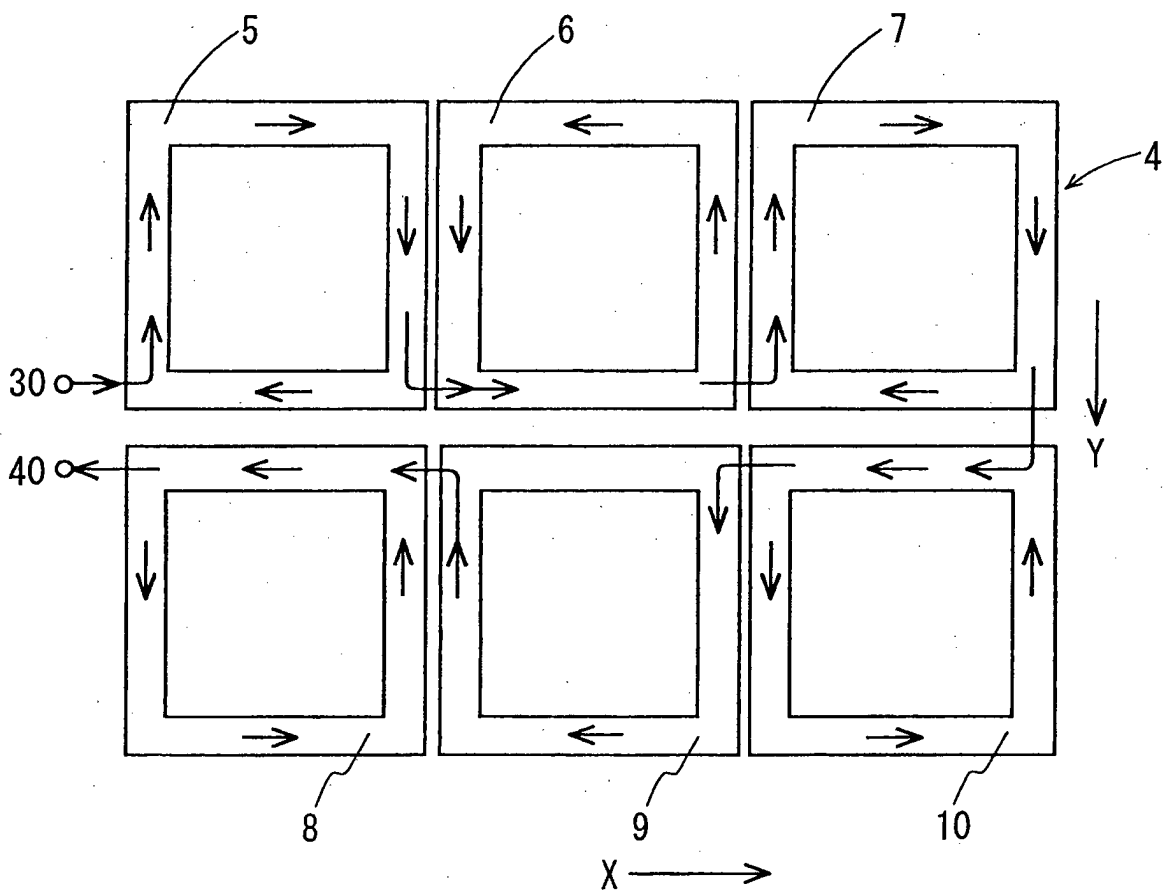


FIG. 5



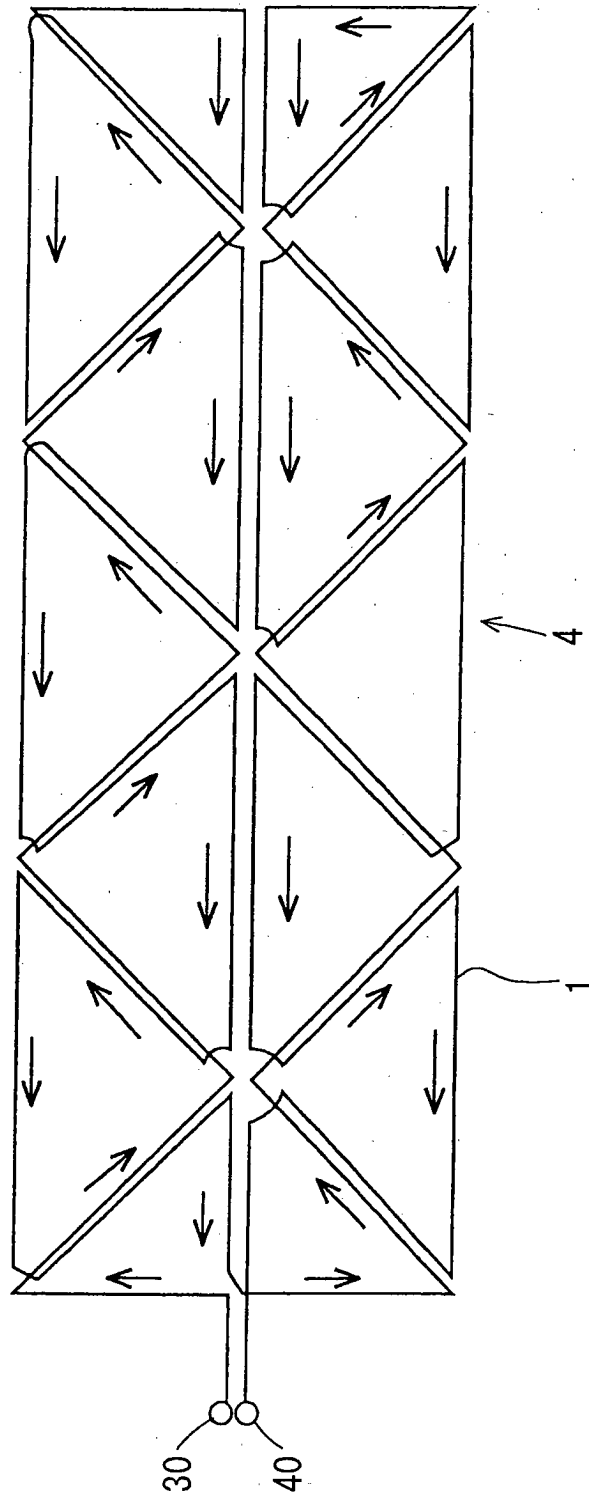


FIG. 6

FIG. 7

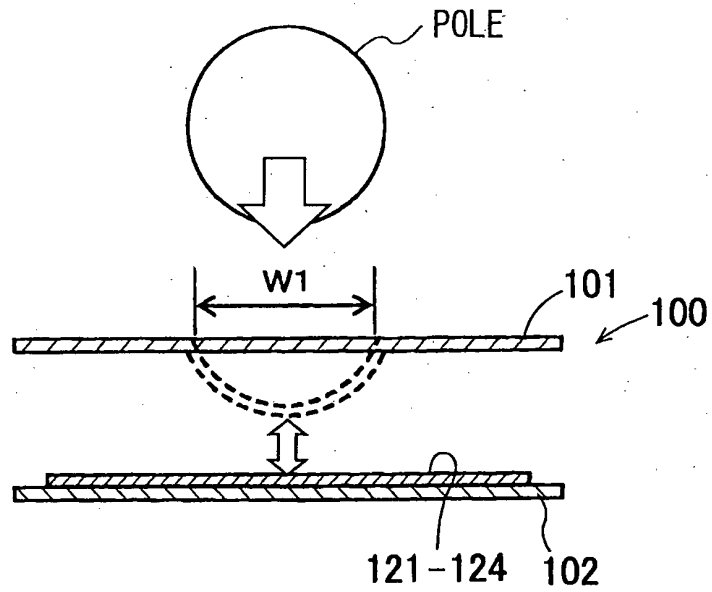


FIG. 8A

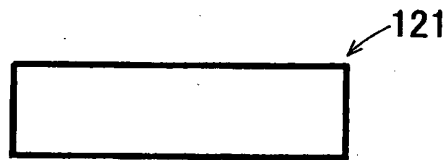


FIG. 8B

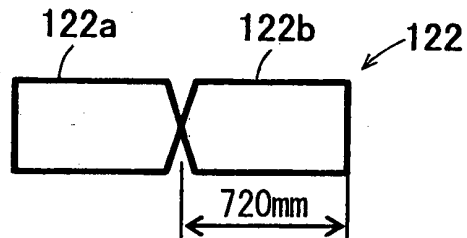


FIG. 8C

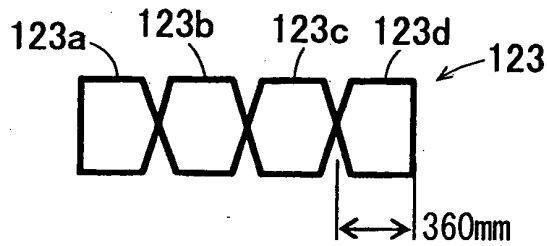


FIG. 8D

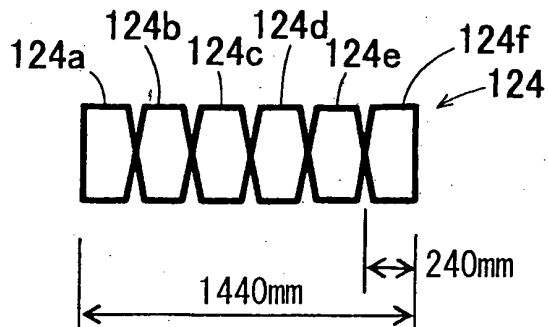


FIG. 9

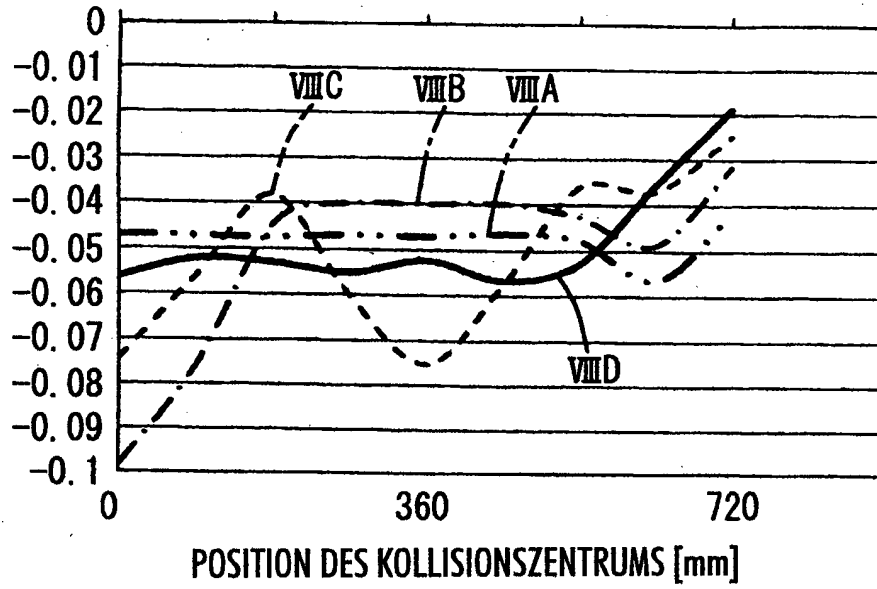


FIG. 10

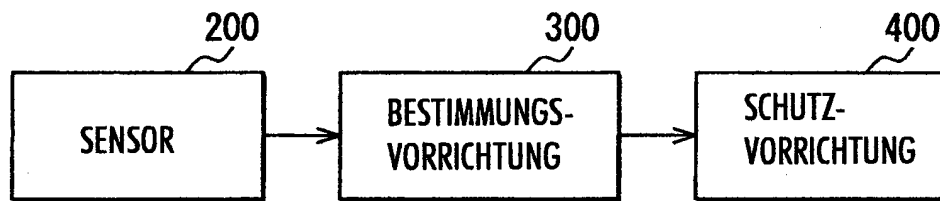


FIG. 11

