



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 37 521 T2 2008.12.11**

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 206 759 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 37 521.8**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/23428**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 957 825.3**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2001/015104**

(86) PCT-Anmeldetag: **26.08.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **01.03.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **22.05.2002**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **19.12.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **11.12.2008**

(51) Int Cl.⁸: **G08B 21/00 (2006.01)**

G08B 13/08 (2006.01)

B60Q 1/00 (2006.01)

B60K 28/10 (2006.01)

B60R 21/0136 (2006.01)

B60L 1/00 (2006.01)

B60R 21/01 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

150830 P 26.08.1999 US

(73) Patentinhaber:

Automotive Systems Laboratory Inc., Farmington Hills, Mich., US

(74) Vertreter:

WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und Rechtsanwälte, 81541 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, SE

(72) Erfinder:

BOMYA, Timothy J., Westland, MI 48155, US

(54) Bezeichnung: **MAGNETSENSOR**

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

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

Beschreibung

[0001] Die US 5,580,084 beschreibt ein System gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und ein Verfahren zum Steuern der Betätigung einer Fahrzeugsicherheitseinrichtung in Reaktion auf einen Stoß auf einen ersten Bereich des Fahrzeuges, der ein ferromagnetisches Element aufweist, das mechanisch mit dem ersten Bereich des Fahrzeuges gekoppelt ist, um die elastischen Spannungswellen zu empfangen, die als Folge einer plastischen Verformung des ersten Bereichs des Fahrzeuges erzeugt werden. Ein Permanentmagnet ist benachbart zum ferromagnetischen Element am Fahrzeug angebracht, so dass das ferromagnetische Element selbst das Magnetfeld beeinflusst. Eine Induktionsspule ist auch am Fahrzeug so angebracht, dass sie in dem von dem Magneten erzeugten Magnetfeld liegt. Bei einer plastischen Verformung des ersten Bereichs des Fahrzeuges verformen die anschließenden elastischen Spannungswellen das ferromagnetische Element elastisch, damit es seine ferromagnetischen Eigenschaften ändert und wiederum das Magnetfeld ändert, um eine Spannung durch eine elektromotorische Kraft in der Induktionsspule zu induzieren. Ein Signalprozessor empfängt die Spannung aufgrund der elektromotorischen Kraft, die in der Induktionsspule durch Variieren des Magnetfeldes induziert wird. Der Signalprozessor betätigt die Sicherheitseinrichtung, wenn die Spannung durch die elektromotorische Kraft oder ein geeignetes von der Spannung durch die elektromotorische Kraft hergeleitetes Maß einen vorbestimmten Schwellenwert überschreitet.

[0002] Erfindungsgemäß wird ein Magnetsensor bereitgestellt, mit:

- a. zumindest einer ersten Spule an einer zugeordneten zumindest einen ersten Stelle einer Karosserie eines Fahrzeuges, wobei die zumindest eine erste Spule funktionsfähig mit einem ferromagnetischen Element der Fahrzeugkarosserie gekoppelt ist;
- b. zumindest einem magnetischen Messaufnehmer, der funktionsfähig mit zumindest einer zweiten Stelle der Karosserie des Fahrzeuges gekoppelt ist, wobei sich die zumindest eine erste Stelle und die zumindest eine zweite Stelle durch einen ersten Bereich des Fahrzeuges und durch einen zweiten Bereich des Fahrzeuges in magnetischer Verbindung befinden, wobei der erste Bereich des Fahrzeuges einen Bereich der Karosserie umfasst, der bei einem Aufprall einer Verformung unterliegt, wobei der erste Bereich vom zweiten Bereich verschieden ist, und die zumindest eine erste Spule und/oder der zumindest eine magnetische Messaufnehmer eine zweite Spule einer elektromagnetischen Einrichtung aufweisen, die sonst für einen anderen Einsatzzweck ausgewählt aus einem Motor, einem Solenoid, einem Fenstersteuerungsmotor, einem Sitzsteuerungsmotor, ei-

- nem Spiegelsteuerungsmotor und einem Türverriegelungssolenoid verwendet wird;
- c. zumindest einem ersten Signal, das funktionsfähig mit der zumindest einen ersten Spule verbunden ist;
- d. einer Einrichtung zum Erfassen zumindest eines zweiten Signals von dem zumindest einen magnetischen Messaufnehmer; und
- e. einer Einrichtung zum Erkennen eines Aufpralls aus dem zumindest einen zweiten Signal.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0003] In den begleitenden Zeichnungen stellt:

[0004] [Fig. 1](#) ein Blockdiagramm eines Magnetsensors dar;

[0005] [Fig. 2a](#) eine Seitenansicht eines Magnetkreises dar; und

[0006] [Fig. 2b](#) eine Draufsicht eines Magnetkreises dar.

Beschreibung der Ausführungsform(en)

[0007] Unter Bezugnahme auf [Fig. 1](#) ist ein Magnetsensor **10** in ein Fahrzeug **12** eingebaut, das schematisch gezeigt ist und eine Tür **14** aufweist, die bezüglich einer ersten Säule **16** um eine Mehrzahl von Scharnieren **18** schwenkbar angelenkt ist. Die Tür **14** hat einen Verriegelungs-/Schließmechanismus **20**, der in eine Schließplatte **22** an einer zweiten Säule **24** einklinkt.

[0008] Die Tür **14** – die typischerweise aus einem magnetisch permeablen Stahl konstruiert ist – hat inhärente magnetische Eigenschaften. Beispielsweise leitet die Tür **14** einen magnetischen Fluss, wodurch ein Permanentmagnet daran anhaften kann. Die Scharniere **18** stellen einen Pfad mit einer relativ niedrigen Reluktanz zwischen der Tür **14** und der ersten Säule **16** bereit. Außerdem stellen der Verriegelungs-/Schließmechanismus **20** und die Schließplatte **22**, wenn sie eingerastet sind, einen Pfad mit einer relativ niedrigen Reluktanz zwischen der Tür **14** und der zweiten Säule **24** bereit. Anderorts ist die Tür **14** normalerweise von der Karosserie **26** des Fahrzeuges **12** durch einen zugeordneten Luftspalt **28** magnetisch getrennt. Demgemäß sind die Scharniere **18** und die Schließplatte **22** durch einen ersten magnetischen Pfad **30** entlang der Tür **14** magnetisch verbunden. Außerdem sind die erste Säule **16** und die zweite Säule **24**, an denen die Scharniere **18** bzw. die Schließplatte **22** angebracht sind, mit einem zweiten magnetischen Pfad **32** magnetisch verbunden, der sich vom ersten magnetischen Pfad **30** unterscheidet und der die Karosserie **26**, die Struktur **34** oder den Antriebsstrang **36** des Fahrzeuges **12** aufweist. Demgemäß ist die Tür **14** Teil eines Magnetkreises **38**, der

im Wesen dem Kern eines Transformators ähnlich ist, wie in [Fig. 1](#) dargestellt ist, wobei der erste magnetische Pfad **30** und der zweite magnetische Pfad **32** zusammen einen geschlossenen magnetischen Pfad **40** bilden.

[0009] Der Magnetkreis **38** weist ferner zumindest eine erste Spule **42** auf, die mit dem zumindest einen ersten Signal **44** betriebsfähig verbunden ist, z. B. ein oszillierendes Signal von einem Oszillator **46**. Die zumindest eine erste Spule **42** ist an einem zugeordneten zumindest einen ersten Ort **48** angeordnet und erzeugt in Reaktion auf das zumindest eine erste Signal **44** eine magnetomotorische Kraft in dem Magnetkreis **38**, um einen magnetischen Fluss **49** darin zu erzeugen. Zumindest ein magnetischer Messaufnehmer **50** ist an einem zugeordneten zumindest einen zweiten Ort **52**, der sich von dem zumindest einen ersten Ort **48** unterscheidet, mit dem Magnetkreis **38** betriebsfähig verbunden. Der zumindest eine magnetische Messaufnehmer **50** erfasst den magnetischen Fluss **49**, der auf die elektromotorische Kraft von der zumindest einen ersten Spule **42** und auf die magnetischen Eigenschaften des Magnetkreises **38** reagiert.

[0010] Beispielsweise umfasst, wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, bei einer ersten Ausführungsform die zumindest eine erste Spule **42** eine Spule einer elektromagnetischen Einrichtung **51**, die sonst für einen anderen Einsatzzweck verwendet wird, beispielsweise eine Motorantriebspule **53** eines Fenstersteuerungsmotors **55**, und der magnetischer Messaufnehmer **50** umfasst eine zweite Spule **54** einer anderen elektromagnetischen Einrichtung **51**, die sonst ebenfalls für einen anderen Einsatzzweck verwendet wird, beispielsweise einen Türverriegelungsolenoid **57**. Demgemäß bildet der zugeordnete Magnetkreis **38** einen Transformator mit einer Primärwicklung, die die Motorantriebspule **53** aufweist, einer Sekundärwicklung, die den zweiten Türverriegelungsolenoid **57** aufweist, und einem Kern, der die erste Säule **16**, die Scharniere **18.1**, **18.2**, die Tür **14**, die zweite Säule **24** und den Luftspalt **28** um die Tür **14** und den Rest der Karosserie **26**, die Struktur **34** und den Antriebsstrang **36** des Fahrzeuges umfasst. Mit anderen Worten ausgedrückt umfasst die erste Ausführungsform einen Transformator mit zumindest zwei Spulen, wobei zumindest eine davon aktiv und zumindest eine davon passiv ist. Die speziellen elektromagnetischen Einrichtungen **51**, die sonst für einen anderen Einsatzzweck verwendet werden, sind nicht als beschränkend zu betrachten und können beispielsweise aus einem Motor, einem Solenoid, einem Fenstersteuerungsmotor, einem Sitzsteuerungsmotor, einem Spiegelsteuerungsmotor und einem Türverriegelungsolenoid ausgewählt werden.

[0011] Das erste Signal **44** umfasst eine Sinusspannung, die durch einen Oszillator **46** erzeugt wird, der

ein quarzstabilisiertes (d. h. im Wesentlichen drifffreies) TTL-Rechteckwellensignal aufweist, das durch einen Mikroprozessor **56** erzeugt wird und anschließend durch ein Bandpassfilter gefiltert wird. Das Signal vom Oszillator **46** wird in einer Spulentreiber **58** – beispielsweise durch einen Pufferverstärker – eingespeist.

[0012] Die Oszillationsfrequenz des Oszillators **46** wird als eine Funktion der erwarteten Rauschquellen ausgewählt, um die Leistung des Systems zu verbessern. Beispielsweise würde eine Frequenz gewählt werden, die sich von derjenigen der Wechselstromleitungen (beispielsweise 60 Hz) unterscheidet, um eine Störung durch sie zu vermeiden. Außerdem sollte die Frequenz so gewählt werden, dass sich keine Störung der normalen Funktionalität der zugeordneten elektromagnetischen Einrichtung **51** ergibt. Ultraschallfrequenzen erscheinen brauchbar.

[0013] Die Eindringtiefe des magnetischen Flusses **49** reagiert auf die Frequenz, so dass die Tiefe des magnetischen Flusses **49** in der Tür **14** und die Form und die Reichweite des zugeordneten Näherungsfeldes durch Ändern der Oszillationsfrequenz (oder -frequenzen) variiert werden können. Der Oszillator **46** kann entweder in der Amplitude, der Frequenz oder durch Bursts moduliert werden.

[0014] Jede der zumindest einen ersten Spule **42** wird durch einen zugeordnete Spulentreiber **58** angesteuert, der eine ausreichende Leistung bei einer mit der ersten Spule **42** kompatiblen Impedanz bereitstellt, so dass der resultierende magnetische Fluss **49** ausreichend stark ist, dass er vom dem zumindest einen magnetischen Messaufnehmer **50** detektiert wird. Der Spulentreiber **58** ist beispielsweise auch mit einem Kurzschlusschutz versehen und wird so betrieben, dass eine Sättigung oder ein Abschneiden des ersten Signals **44** vermieden wird. Der Spulentreiber **58** ist dazu bestimmt, in einer Automobilumgebung zu arbeiten, um beispielsweise über einen zugeordneten Bereich möglicher Batteriespannungen zu funktionieren. Das erste Signal **44** von dem Spulentreiber **58** kann beispielsweise entweder ein Spannungssignal oder ein Stromsignal sein.

[0015] Der Spulentreiber **58** steuert die erste Spule **42** über eine Erfassungs-/Prüfschaltung **60** an. Die Erfassungs-/Prüfschaltung **60** erfasst entweder einen Strom oder eine Spannung von der ersten Spule **42**, um den Betrieb der ersten Spule **42** zu bestätigen oder zu überprüfen. Dies stellt auch eine kontinuierliche Prüfung der Integrität der Tür **14** bereit. Beispielsweise würde eine zusätzliche Erfassungsspule **62** unmittelbar den durch die erste Spule **42** erzeugten magnetischen Fluss **49** erfassen. Die Erfassungs-/Prüfschaltung **60** kann also beispielsweise die erste Spule **42** hinsichtlich einer Unterbrechung oder eines Kurzschlusses prüfen, um die Zuverlässigkeit

sigkeit des Magnetsensors **10** zu verbessern, insbesondere wenn er verwendet wird, das Auslösen einer Sicherheitsrückhalteeinrichtung **64** zu steuern, um eine falsche Auslösung oder ein Ausbleiben des Auslösen, wenn es erforderlich ist, zu vermeiden. Die Integrität oder Betriebsfähigkeit der zumindest einen ersten Spule **42** wird beispielsweise in jedem Messzyklus überprüft.

[0016] Eine Mehrzahl erster Spulen **42** kann verwendet werden, und falls dem so ist, separat angesteuert werden oder in Reihenschaltung oder in Parallelschaltung verschaltet sein und durch einen gemeinsamen Spulentreiber **58** angesteuert werden. Die zumindest eine erste Spule **42** kann sich beispielsweise in Reihenresonanz befinden, um den Stromfluss darin zu erhöhen, wodurch der durch die zumindest eine erste Spule **42** erzeugte Betrag an magnetischem Fluss **49** und der Betrag von im Magnetkreis **38** induzierten magnetischen Fluss **49** erhöht wird. Dies erhöht auch die Größe und die Erstreckung des Streufeldes nahe dem Luftspalt **28** bzw. der Luftspalte **28** des Magnetkreises **38**, wodurch der Bereich der zugeordneten Näherungserfassung durch den Magnetsensor **10** erweitert wird. Der erhöhte magnetische Fluss **49** im Magnetkreis **38** sorgt für einen größeren Signal-Rausch-Abstand in dem/den vom Magnetsensor **10** empfangenen oder detektierten Signal oder Signalen. Die zumindest eine erste Spule **42** kann gegenüber Temperaturschwankungen durch Einbau eines zugeordneten Temperatursensors kompensiert sein.

[0017] Die Erfassungs-/Prüfschaltung **60** stellt auch ein Maß der Leistung bereit, die an die erste Spule **42** geliefert wird, so dass der in nahe Metallobjekte gekoppelte magnetische Fluss **49** abgeschätzt werden kann. Beispielsweise stellt ein Stahlobjekt, z. B. ein anderes Fahrzeug nahe der Tür **14**, einen alternativen Pfad für den magnetischen Fluss **49** von der zumindest einen ersten Spule **42** bereit, der den Magnetkreis **38** und die von der zumindest einen ersten Spule **42** gesehenen Reluktanz beeinflusst, wodurch die Last auf die zumindest eine erste Spule **42** geändert wird, was die ihr von dem Spulentreiber **58** bereitgestellte Leistung ändert. Allgemein wird ein Teil des durch die zumindest eine erste Spule **42** erzeugten magnetischen Flusses **49** innerhalb des Magnetkreises **38** gekoppelt und ein Teil umgeht den Magnetkreis **38**, und zwar über einen alternativen magnetischen Pfad oder durch Strahlung. Der Teil des magnetischen Flusses **49**, der den Magnetkreis **38** umgeht, erhöht die Last auf den Spulentreiber **58**, wobei die Erhöhung durch einen Bypass-Leistungs-Prozessor **66** erfasst wird, der Messungen der Spannung über und des Stroms durch die zumindest eine erste Spule **42** durch die Erfassungs-/Prüfschaltung **60** verwendet. Bei einer Mehrzahl erster Spulen **42** kann der Bypass-Leistungs-Prozessor **66** ein Maß der Richtung zu einem nahen, ein Magnetfeld beeinflus-

senden Objekt aus separaten Messungen zugeordneter separater Erfassungs-/Prüfschaltungen **60.1** und **60.2** bestimmen, insbesondere aus einem Maß der unterschiedlichen Ströme, die in den separaten ersten Spulen **42.1** und **42.2** bei einer gegebenen gemeinsamen Treiberspannung fließen.

[0018] Der zumindest eine magnetische Messaufnehmer **50** reagiert auf den magnetischen Fluss **49** am zweiten Ort **52**, der sowohl einen ersten Teil des magnetischen Flusses **49**, der durch die Tür **14** geleitet wird, als auch einen zweiten Teil des magnetischen Flusses **49** umfasst, d. h. einen Streufluss, der zumindest einen Bereich der Tür **14** umgeht – beispielsweise in Folge eines Objektes, z. B. eines anderen Fahrzeuges nahe der Tür **14**, das magnetischen Fluss **49** von der zumindest einen ersten Spule **42** an den zumindest einen magnetischen Messaufnehmer **50** koppelt.

[0019] Ein Ausgangssignal von dem zumindest einen magnetischen Messaufnehmer **50** ist an eine Vorverstärker-/Prüfschaltung **68** funktionsfähig angeschlossen, die beispielsweise den magnetischen Messaufnehmer **50** von einer Last durch die nachfolgende Schaltungsanordnung puffert und ein Ausgangssignal mit einer relativ niedrigen Impedanz bereitstellt, um das Rauschen zu reduzieren. Die Vorverstärker-/Prüfschaltung **68** verstärkt auch das Signal von dem zumindest einen Messaufnehmer **50** auf einen Pegel, der ausreichend hoch ist, dass er eine geeignete Signalverarbeitung und Demodulation zulässt, bevor anschließend eine Analog/Digital-Wandlung zur Verarbeitung durch den Mikroprozessor **56** durchgeführt wird. Der Mikroprozessor **56** sammelt die Daten, überwacht die Betriebsfähigkeit und die Integrität des Systems und bestimmt, ob die Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** zu betätigen ist oder nicht.

[0020] Die Vorverstärker-/Prüfschaltung **68** überwacht auch die Integrität des magnetischen Messaufnehmers **50**, beispielsweise durch Vergleichen seines Signals mit "erwarteten" Pegeln und erwarteten Wellenformen (z. B. einer Sinusform). Dies stellt eine kontinuierliche Prüfung der Integrität des magnetischen Messaufnehmers **50** und der magnetischen Übertragungsfunktionseigenschaften der Tür **14** bereit. Die Vorverstärker-/Prüfschaltung **68** kann also beispielsweise den zumindest einen magnetischen Messaufnehmer **50**, beispielsweise eine zweite Spule **54**, hinsichtlich einer Unterbrechung oder eines Kurzschlusses prüfen, um die Zuverlässigkeit des Magnetsensors **10** zu verbessern, insbesondere wenn er zum Steuern des Auslösen einer Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** verwendet wird, um eine falsche Auslösung oder ein Ausbleiben des Auslösen, wenn es erforderlich ist, zu vermeiden. Die Integrität oder Betriebsfähigkeit des zumindest einen magnetischen Messaufneh-

mers **50** wird in jedem Messzyklus geprüft.

[0021] Der magnetische Messaufnehmer **50** erfasst aus dem sich nahe ihm befindenden magnetischen Fluss **49** einen sinusförmigen Träger, der in Reaktion auf die Reluktanz des Magnetkreises **38** moduliert wird. Dieses Signal von dem magnetischen Messaufnehmer **50** wird durch die Vorverstärker-/Prüfschaltung **68** verstärkt, und ein synchroner Demodulator **70**, der daran betriebsfähig angeschlossen ist, extrahiert das Modulationssignal aus dem sinusförmigen Träger, wobei das Modulationssignal einen Metallbiegungssignalanteil **72** und einen Näherungssignalanteil **74** enthält. Der Metallbiegungssignalanteil **72** reagiert auf den magnetischen Fluss **49** der durch das Metall der Tür **14** geleitet wird. Der Näherungssignalanteil **74** reagiert auf den magnetischen Streufluss **49**, der zwischen die zumindest eine erste Spule **42** und dem magnetischen Messaufnehmer **50** entlang einem Pfad eingekoppelt wird, der am Metall der Tür **14** vorbeiläuft. Die Unterschiede in den relativen Stärken des Metallbiegungssignalanteils **72** und eines Näherungssignalanteils **74** hängen von der Differenz der Leitwerte der zugeordneten magnetischen Flusspfade ab.

[0022] Ein Metallbiegungsprozessor **76** koppelt gleichstrommäßig den Metallbiegungssignalanteil **72** – beispielsweise mit einer Verstärkung von 1 – über einen Analog/Digital-Wandler **78.1** mit dem Mikroprozessor **56**. Der Metallbiegungssignalanteil **72** reagiert auf die zeitliche Änderungsrate des magnetischen Flusses **49** in der Tür **14**. Relativ langsame Signale mit einer relativ niedrigen Amplitude entsprechen Nicht-Auslöse-Ereignissen, bei denen eine Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** nicht ausgelöst werden soll, beispielsweise einem Stoß auf die Tür **14** mit einer niedrigen Geschwindigkeit durch einen Einkaufswagen. Relativ schnelle Signale mit einer relativ großen Amplitude entsprechen Auslöse-Ereignissen, bei denen eine Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** ausgelöst werden soll, beispielsweise einen Stoß auf die Tür **14** durch einen Pfosten oder ein Hindernis (beispielsweise ein FMVSS-214-Zustand (FMVSS-214: Federal Motor Vehicle Safety Standard **214** – Bundeskraftwagensicherheitsstandard **214** der nationalen Verkehrssicherheitsbehörde der Vereinigten Staaten von Amerika)). Während eines Pfostenaufpralls wird der Stahl der Tür **14** durch den benachbarten Körper magnetisch kurzgeschlossen, was dadurch den Flusspfad magnetisch kurzschließt, was signifikant den magnetischen Fluss **49** reduziert, der durch einen magnetischen Messaufnehmer **50** an der Schließplatte **22** erfasst wird.

[0023] Der Näherungsprozessor **80** verstärkt den Näherungssignalanteil **74** vom synchronen Demodulator **70** mit einem beliebigen Verstärkungsfaktor, der auf einer Spulengeometrie und einer Fahrzeugstruk-

tur basiert, und das verstärkte Signal wird durch einen Analog/Digital-Wandler **78.2** gleichstromkoppelt. Der Näherungssignalanteil **74** reagiert auf die zeitliche Änderungsrate des magnetischen Flusses **49**, der an der Tür **14** vorbeiläuft. Trotz einer höheren Empfindlichkeit für Rauschen verglichen mit dem Metallbiegungssignalanteil **72** ermöglicht der Näherungssignalanteil **74** die Detektion metallischer (insbesondere ferromagnetischer) Objekte, die sich der Tür **14** nähern, beispielsweise eines Fahrzeuges, das sich mit einer hohen Geschwindigkeit nähert oder ein Fahrzeug auf einer benachbarten Verkehrspur. Ein anderes Fahrzeug, das sich der Tür **14** auf einem Kollisionskurs damit nähert, wird durch ein relativ schnelles Signal angezeigt, bei dem eine Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** bei einem Stoß ausgelöst werden würde, falls ihm ein entsprechender Metallbiegungssignalanteil **72** folgt.

[0024] Falls die Änderungsrate des Näherungssignalanteils **74** größer als ein erster Schwellenwert ist, dann wird demgemäß die Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** ausgelöst, wenn der Metallbiegungssignalanteil **72** einen zweiten Schwellenwert überschreitet und dessen Änderungsrate einen dritten Schwellenwert überschreitet. Andernfalls, falls keine Metallbiegungssignatur folgt, falls beispielsweise der Näherungssignalanteil **74** durch ein vorbeifahrendes Fahrzeug verursacht wurde, dann wird das System nicht ausgelöst.

[0025] Der zuvor beschriebene Magnetsensor **10** kann auf verschiedene Arten ausgeführt werden. Die spezielle Schaltung, ob analog, digital oder optisch, wird nicht als beschränkend betrachtet und kann von einem Fachmann gemäß den Lehren hierin entworfen werden. Beispielsweise kann, falls verwendet, ein Oszillator, ein Verstärker, ein Logikelement, ein Modulator, ein Demodulator, ein Analog/Digital-Wandler von einem beliebigen bekannten Typ sein, die beispielsweise Transistoren, z. B. Feldeffekttransistoren oder Bipolartransistoren, andere diskrete Bauteile, integrierte Schaltungen, Operationsverstärker, Logikschaltungen oder kundenspezifische integrierte Schaltungen verwenden. Darüber hinaus kann ein Mikroprozessor, falls verwendet, eine beliebige Recheneinrichtung sein.

[0026] Der magnetische Fluss **49** wird durch die Tür **14** geleitet, die Teil des Magnetkreises **38** ist. In der Übereinstimmung mit der Theorie magnetischer Kreise und Transformatoren sind Magnetlinien eines Flusses immer geschlossen und folgen vorzugsweise einem Pfad geringsten magnetischen Widerstandes, um beispielsweise dem Pfad von ferromagnetischen Materialien, z. B. Stahl oder Ferritmaterialien, zu folgen. Außerdem verursachen Änderungen der Fläche oder der Permeabilität entlang dem Magnetkreis eine Streuung des magnetischen Flusses **49** nahe desselben, wobei die Streuung auch als Streu-

ung der Feldlinien bekannt ist. Ein Magnetkreis **38** ist durch eine Reluktanz R gekennzeichnet, wobei der Betrag des magnetischen Flusses ϕ in einem Magnetkreis für eine gegebene magnetomotorische Kraft F durch $\phi = F/R$ gegeben ist. Die Reluktanz R einer magnetischen Serienschaltung ist durch die Summe der entsprechenden Reluktanzen der entsprechenden in Serie geschalteten Elemente gegeben. Die Reluktanz eines Luftspalts ist deutlich höher als diejenige eines ferromagnetischen Materials und folglich streut der magnetische Fluss in den den Luftspalt umgebenden Raum, was ein Streufeld bildet. Ein ferromagnetisches Objekt, das in das Streufeld eintritt, stellt einen alternativen Pfad für den magnetischen Fluss bereit, der dadurch den Luftspalt umgeht und die Reluktanz des Magnetkreises **38** beeinflusst. Mit anderen Worten, das Streufeld ändert die Form, so dass das ferromagnetische Objekt Teil des Magnetkreises **38** wird.

[0027] Wie in [Fig. 1](#) gezeigt ist, kann eine Tür als ein Element eines geschlossenen Magnetkreises **38** moduliert werden, das einem Transformator Kern ähnlich ist. Das vordere Ende und das hintere Ende der Tür **14** sind mit dem Rest des Magnetkreises **38** durch die Scharniere **18** und die Kopplung des Verriegelungs-/Verschlussmechanismus **20** mit der Schließplatte **22** magnetisch in Serie geschaltet. Der Rest der Tür **14** ist vom Rest des Magnetkreises **38** durch einen Luftspalt **28** magnetisch isoliert, der ansonsten die Tür **14** umgibt.

[0028] Eine erste Spule **42** hat eine Eigeninduktivität, die einen Wert aufweist, wenn sich die erste Spule im freien Raum befindet, und einen anderen Wert aufweist, wenn die Spule an einen Magnetkreis **38** angeschlossen ist, indem beispielsweise die erste Spule **42** um einen Abschnitt des Magnetkreises **38** gewickelt wird. In letzterem Fall hängt die Eigeninduktivität der ersten Spule **42** von den magnetischen Eigenschaften des Magnetkreises **38** ab. Außerdem ändern sich die magnetischen Eigenschaften des Magnetkreises **38**, falls der Magnetkreis **38** körperlich verformt wird oder falls ferromagnetische Elemente in die Nähe des Magnetkreises **38**, insbesondere in die Nähe dessen Streufelder, gebracht werden. Folglich sind eine Verformung der Tür **14** oder die Annäherung eines anderen Fahrzeuges zur Tür **14** beides Beispiele von Störungen der magnetischen Eigenschaften des Magnetkreises **38**, die beide entweder durch eine Änderung der Induktivität der ersten Spule **42** oder durch eine Änderung der magnetischen Kopplung zwischen einer ersten Spule **42** an einem ersten Ort **48** und einem magnetischen Messaufnehmer **50** zum Erfassen des magnetischen Flusses **49** im Magnetkreis **38** an einen zweiten Ort **52**, der sich vom ersten Ort **48** unterscheidet, detektiert werden können.

[0029] Im Betrieb bewirkt das zumindest eine erste

Signal **44**, das mit der zugeordneten zumindest einen ersten Spule **42** durch den zugeordneten zumindest einen Spulentreiber **58** funktionsfähig gekoppelt ist, einen Stromfluss in der zumindest einen ersten Spule **42**, der einen magnetischen Fluss **49** darin erzeugt, der wiederum einen magnetischen Fluss **49** im Magnetkreis **38** erzeugt, mit dem die zumindest eine erste Spule **42** gekoppelt ist. Das zumindest eine erste Signal **44**, das ein oszillierendes Signal, beispielsweise eine sinusförmige Spannungs- oder Stromanregung, aufweist, wird an die zumindest eine erste Spule **42** angelegt, die funktionsfähig mit einem Scharnier **18** einer Tür **14** gekoppelt ist. Unter Bezugnahme auf die [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) wandelt die zumindest eine erste Spule **42** das zumindest eine erste Signal **44** in einen magnetischen Fluss **49** um, der dann dank der zumindest einen ersten Spule **42** in den Magnetkreis **38** induziert wird. Der magnetische Fluss **49** umfasst eine Mehrzahl magnetischer Flusslinien **84**, von denen einige über die körperliche Grenze des Magnetkreises **38** hinaus, insbesondere an Orten nahe der Luftspalte **28** im Magnetkreis **38**, herausstreuen können. Die magnetischen Flusslinien **84** folgen Stahl und anderen ferromagnetischen Elementen der Tür **14**, die in sich einen magnetischen Fluss **49** im Verhältnis ihres magnetischen Leitwerts verglichen mit dem wesentlich niedrigeren magnetischen Leitwert der umgebenden Luft anziehen.

[0030] Das zumindest eine erste Signal **44** vom Oszillator **46** wird durch den zugeordneten zumindest einen Spulentreiber **58** verstärkt und mit der zumindest einen ersten Spule **42** durch eine zugeordnete Erfassungs-/Prüfschaltung **60** funktionsfähig gekoppelt. Die zumindest eine erste Spule **42** erzeugt einen magnetischen Fluss **49** im Magnetkreis **38**, insbesondere der Tür **14**, und zumindest ein Teil des magnetischen Flusses **49** wird durch den magnetischen Messaufnehmer **50**, beispielsweise einer zweiten, um die Schließplatte **22** gewickelten Spule **54**, erfasst.

[0031] Der magnetische Fluss **49** verläuft durch den Magnetkreis **38**, insbesondere dessen ferromagnetische Bereiche einschließlich jener Bereiche des Fahrzeuges **12**, etwa der Tür **14**, die vom Magnet-sensor **10** überwacht werden. Ein erster Teil **86** des magnetischen Flusses **49**, der hierin als Metallbiegungsflussanteil **86** bezeichnet ist, verläuft durch die ferromagnetischen Elemente des Magnetkreises **38** und wird durch den magnetischen Messaufnehmer **50** erfasst, der einen ersten Signalanteil **72** bereitstellt, der hierin als Metallbiegungsanteil **72** bekannt ist, und der darauf reagiert, oder in anderen Worten, der auf Änderungen der magnetischen Eigenschaften des Magnetkreises **38** reagiert. Der magnetische Fluss **49** versucht, innerhalb der Stahlstruktur der Tür **14** zu verlaufen. In jene Stahlteile, die dicker sind, tritt automatisch mehr magnetischer Fluss **49** ein, was wahrscheinlich jenen Elementen der Türstruktur entspricht, die der Tür **14** ihre Festigkeit verleihen. Wo

der Stahl dünner ist, ist die magnetische Flussdichte dementsprechend reduziert. Mit anderen Worten, der magnetische Fluss **49** verläuft in ratiometrischen Anteilen bezüglich der Querschnittsfläche des Stahls. Der magnetische Fluss **49** ist allgemein nicht in Kunststoffteilen vorhanden außer als Folge einer Streuung irgendwo im Magnetkreis **38**, jedoch sind bei einer Stahltür **14** diese Teile im Allgemeinen keine Strukturteile. Demgemäß erzeugt der Magnetsensor **10** einen magnetischen Fluss **49**, der durch die Strukturelemente der Tür **14** verläuft und auf mechanische Änderungen dieser Strukturelemente in einem Maß reagiert, in dem diese mechanischen Änderungen den magnetischen Fluss **49** beeinflussen.

[0032] Ein zweiter Teil **88** des magnetischen Flusses **49**, der hierin als der Näherungsflussanteil **88** bezeichnet ist, verläuft außerhalb der körperlichen Erstreckung des Magnetkreises **38** und wird durch den magnetische Messaufnehmer **50** erfasst, der einen zweiten, darauf reagierenden Signalanteil **74** bereitstellt, der hierin als ein Näherungssignalanteil **74** bekannt ist, oder mit anderen Worten, der auf Änderungen der magnetischen Eigenschaften in einem Bereich nahe dem Magnetkreis **38** reagiert.

[0033] Änderungen der Größe, der Form, der Position, der Konstruktionsintegrität, der Anzahl und der Integrität der Schweißpunkte, der Fehlerfreiheit des Materials und die Ausrichtung der Tür **14** bei der Montage oder die magnetische Umgebung nahe der Tür **14**, beispielsweise durch das Vorhandensein eines ferromagnetischen Objekts, z. B. ein anderes Fahrzeuges **90**, beeinflussen den Magnetkreis **38** und beeinflussen dadurch den magnetischen Fluss **49**, der durch den magnetischen Messaufnehmer **50** erfasst wird.

[0034] Die Tür **14** oder ein anderer zu überwachender Teil des Magnetkreises **38** können ergänzt oder modifiziert werden, indem Stahl oder ein anderes hochpermeables Material in der Tür **14** hinzugefügt wird oder anders angeordnet wird, um die Stärke und/oder die Form des ersten Bereichs **86** bzw. des zweiten Bereichs **88** des magnetischen Flusses **49** zu modifizieren, wodurch der zugeordnete Magnetkreis **38** verbessert wird, um so den entsprechenden Metallbiegungsanteil **72** und/oder Näherungssignalanteil **74** zu verbessern. Dies kann ferner eine Reduzierung der Leistung des zumindest einen Spulentreibers **58** ermöglichen, wodurch zugeordnete abgestrahlte Leistung von der zumindest einen ersten Spule **42** reduziert wird. Außerdem kann dies eine Reduzierung der Verstärkung der zugeordneten Vorverstärker-/Prüfschaltung **68** ermöglichen, was den zugehörigen Signal-Rausch-Abstand verbessert. Der magnetische Fluss **49** folgt allgemein einem Pfad niedrigster Reluktanz, der typischerweise Abschnitten mit den größten Mengen an magnetisch permeablen Material entsprechen würde. Bei einer aus

Stahl konstruierten Tür **14** würde dieser Pfad dann einem oder mehreren Abschnitten der Tür **14** entsprechen, die wesentlich zur Festigkeit der Tür **14** beitragen. Folglich kann der Magnetkreis **38** im Hinblick auf magnetische Leistung, Stärke und Kosten durch dieses Ergänzen oder Modifizieren des zugeordneten magnetisch permeablen Materials optimiert werden.

[0035] Beispielsweise kann der Magnetkreis **38** auf verschiedene Arten modifiziert oder verbessert werden, die Folgendes umfassen, aber nicht darauf beschränkt sind:

1. Mu-Metall, Ferrit oder ein anderer magnetischer Leiter kann zur Tür **14**, beispielsweise einer Kunststofftür **14**, hinzugefügt werden, um die natürlichen magnetischen Eigenschaften der Tür zu verbessern oder wieder einzustellen;
2. Es können Löcher zur Tür **14** hinzugefügt oder modifiziert werden, was den magnetischen Fluss verschiebt;
3. Eine zusätzliche flexible Ferrit- oder Mu-Metall-Verbindung kann zwischen der "A"-Säule **16.1** und der Tür **14** zum Erzeugen des magnetischen Flusses **49** anstelle der Scharniere **18** hinzugefügt werden;
4. Ferrit oder Mu-Metall kann in der Schließplatte **22** und in der zweiten Spule **54** platziert werden, um den magnetischen Fluss **49** darin zu verbessern;
5. Ein Permanentmagnet kann zur Tür **14** hinzugefügt werden, um die inhärente Permanentmagnetsignalcharakteristik des Magnetkreises **38** zu verbessern oder wieder einzustellen;
6. Die magnetische Struktur der Tür **14** kann geändert werden, beispielsweise durch Verwendung einer dünneren Metallaußenhaut, einer Kunststofftüraußenhaut oder von Ferritstäben, um die magnetische Verstärkung zu ändern, um die Näherungserfassung für eine verbesserte Sicherungsfunktion (safing) des Systems in Reaktion auf den Näherungsflussanteil **88** zu verbessern;
7. Die Form, die Größe oder das Material des Scharniers oder der Schließplatte kann verändert werden, um ihre zugehörigen magnetischen Eigenschaften zu verbessern; und
8. Die Türseitenschutzschienenanordnung und -konstruktion, die Scharnieranordnung oder die Anordnung des Verriegelungs-/Schließmechanismus und der Schließplatte kann verändert werden, um die Systemleistung und -empfindlichkeit zu verbessern.

[0036] Zusätzlich zu der hierin beschriebenen Verwendung beim Detektieren eines Unfalls oder eines bevorstehenden Unfalls kann der Magnetsensor **10** auch zum Überwachen der strukturellen Integrität der Strukturelemente des Magnetkreises **38**, insbesondere der strukturellen Integrität der Tür **14** verwendet werden, beispielsweise als eine Prüfung nach der Herstellung einer Tür **14**, die entweder am Fahrzeug

12 oder separat davon in einem Magnetkreis einer zugeordneten Prüfvorrichtung montiert ist. Beispielsweise würde ein fehlendes Strukturelement, etwa die Schutzschiene oder schlechte Schweißpunkte, wahrscheinlich die Reluktanz der Tür **14** beeinflussen und falls dies der Fall ist, könnte dies vor der Montage detektiert werden. Mit anderen Worten, eine Stahltür **14**, die den magnetischen Fluss **49** nicht gut leitet, würde wahrscheinlich keine ausreichende Seitenaufprallfestigkeit aufweisen.

[0037] Der magnetische Messaufnehmer **50** reagiert auf eine Überlagerung des ersten Teils **86** und des zweiten Teils **88** des magnetischen Flusses **49** und wandelt die Zusammensetzung beider Teile in eine Spannung um, die in einer Vorverstärker/Prüfschaltung **68** verstärkt wird, wobei die relativen Stärken des zugeordneten Metallbiegungssignalanteils **72** und des Näherungssignalanteils **74** proportional zu den zugeordneten relativen Stärken des ersten Teils **86** und des zweiten Teils **88** des magnetischen Flusses **49** sind. Der magnetische Messaufnehmer **50** kann durch einen Faradayschen Käfig abgeschirmt sein, um Rauschen zu reduzieren. Bei einem magnetischen Messaufnehmer **50**, der eine zweite Spule **54**, beispielsweise um die Schließplatte **22**, aufweist, kann sich die zweite Spule **54** auch in einer Parallelresonanz befinden, um mit der zugeordneten Trägerfrequenz des zumindest einen ersten Signals **44** abgestimmt zu sein, um den zugehörigen Signal-Rausch-Abstand zu verbessern. Experimente haben gezeigt, dass das Anordnen der zweiten Spule **54** nahe der Stirnwand **92** der Tür **14** die Erkennung des Näherungsflussanteils **88** des magnetischen Flusses **49** verbessert. Dies regt an, dass der Verriegelungs-/Schließmechanismus **20** – eine lokal begrenzte Verdickung des Türmetalls – als eine magnetische Linse wirken kann, um die Auswirkung des Näherungsflussanteils **88** an der zweiten Spule **54** zu vergrößern. Der Luftspalt **28** hilft dabei, den Näherungsflussanteil **88** zu erzeugen, und der Bereich größter Empfindlichkeit des Näherungsflussanteils **88** bezüglich sich nähernden Objekten befindet sich nahe dem Luftspalt **28**. Stöße auf die Tür **14** modulieren tendenziell den Luftspalt **28**, was signifikante Änderungen der zugeordneten magnetischen Flusslinien **84** bewirkt, wodurch bewirkt wird, dass der magnetische Messaufnehmer **50** ein zugeordnetes Signal mit einer signifikanten Größe erzeugt. Das auf den modulierten Luftspalt **28** reagierende Signal stellt ein Maß der momentanen Rücksprunggeschwindigkeit der Tür **14** bereit, das dazu verwendet werden kann, elastische Turaufprallereignisse zu detektieren, bei denen eine zugeordnete Sicherheitsrückhalteeinrichtung **64** typischerweise nicht ausgelöst wird.

[0038] Insbesondere wirkt die Tür **14** am Anfang einer Kollision als ein starrer Körper und wird einwärts in Richtung Karosserie des Fahrzeuges **12** gegen die Nachgiebigkeit der die Tür **14** umgebenden Wetter-

dichtung gedrückt, wodurch sie ein elastisches Verhalten zeigt. Der durch den magnetischen Messaufnehmer **50** erfasste magnetische Fluss **49** ändert sich in Reaktion auf die Bewegung der Tür **14**, wodurch die seitliche Position und Geschwindigkeit der Tür **14** aus dieser Änderung gemessen werden kann.

[0039] Falls der Impuls des Stoßes niedriger als ein Schwellenwert ist, beispielsweise bei kleinen Objekten oder niedrigen Aufprallgeschwindigkeiten, wird die Tür **14** dann innerhalb eines Bereichs eines elastischen Verhaltens eingedrückt und federt zurück, wodurch die zuvor beschriebene Änderung des magnetischen Flusses **49** umgekehrt wird, was durch eine Änderung der Polarität des Signals von dem magnetischen Messaufnehmer **50** angezeigt wird. Demgemäß zeigt die Detektion eines solchen Rückfederereignisses einen Aufprall an, bei dem die Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** nicht erforderlich wäre. Ist andernfalls der Impuls des Aufpralls höher als ein Schwellenwert, wird die Tür **14** plastisch verformt, was zu einer signifikanten Änderung des Metallbiegungsflussanteils **72** führt, was anzeigen kann, dass es erforderlich ist, anschließend die Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** zu betätigen. Falls nach einer anfänglichen Bewegung der Tür **14** detektiert wird, dass entweder die Tür **14** nicht zurückfedert und/oder ein signifikanter Metallbiegungssignalanteil **72** detektiert wird, dann kann der Aufprall als ausreichend schwerwiegend betrachtet werden, um die Auslösung der Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** zu rechtfertigen. Außerdem kann die anfängliche Geschwindigkeit der Tür **14** als eine Vorhersage oder als ein Indikator der Schwere des Aufpralls verwendet werden.

[0040] Eine ferromagnetische Tür **14** ist durch ein zugeordnetes natürliches Permanentmagnetfeld charakterisiert, das derart wirkt, dass es einen statischen magnetischen Fluss **49** innerhalb des Magnetkreises **38** in Reaktion auf die Reluktanz des Magnetkreises **38** erzeugt, deren Änderungen als Folge einer Türbewegung durch den magnetischen Messaufnehmer **50** erfasst werden. Diese Antwort – effektiv ein Wechselstromtransformatorübergangsanteil – wird der Antwort auf das zumindest eine erstes Signal **44** überlagert und kann ein unabhängiges Maß der Türbewegung und der Aufprallgeschwindigkeit bereitstellen.

[0041] Ein anderes Fahrzeug **90** nahe der zumindest einen ersten Spule **42** zieht einen magnetischen Fluss **49** an, wodurch bewirkt wird, dass ein dritter Teil **94** des durch die zumindest eine erste Spule **42** erzeugten magnetischen Flusses **49** den magnetischen Messaufnehmer **50** umgeht. Falls ferner die Tür **14** eingebeult oder verformt wird, verändert sich die Verteilung und/oder die Stärke des magnetischen Flusses **49** in der Tür **14**, wobei die Änderung entweder durch den magnetischen Messaufnehmer **50**

oder durch eine Änderung der Last für das zumindest eine erste Signal **44** durch die zumindest eine erste Spule **42** erfasst wird. Demgemäß wirkt im Wesentlichen die gesamte Tür **14** als ein Messaufnehmer des Magnetsensors **10**, wobei die Auswirkung der Änderungen ihrer magnetischen Eigenschaften auf die Anzahl und die Verteilung der magnetischen Flusslinien **84** sich mit Lichtgeschwindigkeit vom Ort der Störung entweder zur zumindest einen ersten Spule **42** oder zum magnetischen Messaufnehmer **50** ausbreitet. Außerdem wird durch Platzieren der zumindest einen ersten Spule **42** an dem zumindest einen Scharnier **18** und der zweiten Spule **54** an der Schließplatte **22** die Tür **14** ein Messaufnehmer, ohne dass tatsächlich Drähte oder Signalkabel in die Tür **14** verlaufen. Der Magnetsensor **10**, der die Tür **14** als ein Messaufnehmer in einem Näherungserfassungsmodus verwendet, kann dazu eingesetzt werden, entweder einen toten Winkel des Fahrzeuges **12** oder den Verkehr in einer benachbarten Spur zu überwachen.

[0042] Mit im Wesentlichen der gesamten Tür **14** als Sensor kann der Magnetsensor **10** herannahende Objekte erfassen, die etwa die Abmessung der Tür haben. Autostoßstangen und Straßenpfosten mit ähnlicher Abmessung wie die Tür, bei denen eine Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** bei einem Unfall erforderlich wäre, werden im Allgemeinen erkennbar sein, wohingegen ein Basketball und andere kleine Gegenstände, bei denen eine Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** nicht erforderlich wäre, weniger erkennbar wären. Ein mit Lebensmitteln beladener Einkaufswagen wäre für den Magnetsensor **10** auch erkennbar, jedoch würde die Entscheidung, ob eine Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** ausgelöst wird oder nicht, auf mehr Faktoren als lediglich der Erkennbarkeit eines speziellen Objektes basieren. Der Magnetsensor **10** reagiert nicht auf Stöße wie etwa Stöße auf den Wagenboden, z. B. von einem Stein, der nicht den Magnetkreis **38** beeinflusst, der aber andernfalls einen beschleunigungsbasierten Aufprallsensor beeinflussen könnte.

[0043] Demgemäß reagiert der Magnetsensor **10** auf verschiedene physikalische Effekte auf den Magnetkreis **38**, die Folgendes umfassen, aber nicht dadurch beschränkt sind:

1. Änderungen des Luftspalts **28** des Magnetkreises beeinträchtigen den Metallbiegungsflussanteil **72**.
2. Änderungen der Form und der Dichte des Näherungsflussanteils **88** nahe dem Luftspalt **28**, der die Tür **14** einschließlich der Vorderkante der Tür **14** und des vorderen Kotflügels, der hinteren Kante der Tür **14** und des hinteren Kotflügels (oder der hinteren Tür **14** eines viertürigen Fahrzeuges), der Unterseite der Tür **14** zum Bodenblech und, in einem geringeren Ausmaß, des oberen Bereichs der Tür **14** oder eines Scheibenrahmens zum

Dach umgibt. Der Metallbiegungsflussanteil **72** reagiert auf Verformungen der Tür **14** oder benachbarter Karosseriebauteile, die den Luftspalt **28** schließen oder verkleinern.

3. Die Tür **14**, insbesondere deren Außenhaut, hat eine natürliche Resonanzfrequenz, die durch die zumindest eine erste Spule **42** angeregt werden kann, falls mit dieser Frequenz das zumindest eine erste Signal **44** angesteuert wird. Falls bei dieser Resonanzfrequenz die schwingenden Elemente der Tür **14** durch eine Berührung mit einem aufprallenden Objekt behindert werden, verursacht dies eine Dämpfung der Resonanz, die die Wirbelstromverluste im Magnetkreis **38** erhöht, die durch den Bypass-Leistungs-Prozessor **66** aus der der zumindest einen ersten Spule **42** gelieferten Leistung gemessen werden kann.

4. Die Strukturelemente der Tür **14** stellen typischerweise einen Pfad geringster Reluktanz für den zugeordneten magnetischen Fluss **49** bereit, und mechanische Spannungen darin können die Größe von Kräften ändern, die auf die Tür **14** und deren Strukturelemente aufgebracht werden, wobei die Kraftgrößen mit dem Impuls oder der Geschwindigkeit des auftreffenden Objekts in Beziehung gesetzt werden können. Demgemäß stellen die Messungen des magnetischen Flusses **49** ein Gefährdungsmaß für die Tür **14** bereit.

[0044] Der Metallbiegungssignalanteil **72** und der Näherungssignalanteil **74** im zusammengesetzten Signal vom magnetischen Messaufnehmer **50** werden durch den synchronen Demodulator **70** demoduliert und mit unterschiedlichen Verstärkungen des zugeordneten Metallbiegungsprozessors **76** bzw. Näherungsprozessors **80** verstärkt, wobei die entsprechenden Verstärkungen beispielsweise proportional zum relativen Leitwert der Materialien festgelegt werden, die den entsprechenden Flussanteilen zugeordnet sind. Der Metallbiegungssignalanteil **72** und Näherungssignalanteil **74** unterscheiden sich bezüglich der Signalgröße und ohne weitere Unterscheidung wäre lediglich einer der zwei Anteile zu einem gegebenen Zeitpunkt nützlich. Falls beispielsweise der Metallbiegungssignalanteil **72** eine ausreichende Größe hat, um eine körperliche Störung des Magnetkreises **38** anzuzeigen, dann befände sich der Näherungssignalanteil **74** in der Sättigung. Andernfalls hätte der Metallbiegungssignalanteil **72** eine vernachlässigbare Größe und der Näherungssignalanteil **74** wäre zum Detektieren von Objekten nahe der Tür **14** nützlich. Diese sich gegenseitig ausschließende Nützlichkeit der entsprechenden Signalanteile stimmt mit der Abfolge eines Unfalls dahingehend überein, dass sich ein auftreffendes Objekt dem Fahrzeug **12** nähert, bevor es auf die Tür **14** auftrifft, und nachdem der Aufprall stattgefunden hat, wie es durch den Metallbiegungssignalanteil **72** angezeigt wird, ist es wahrscheinlich, dass ein geringer Bedarf besteht, den Näherungssignalanteil **74** zu detektie-

ren.

[0045] Bei dem gegebenen Metallbiegungssignalanteil **72** und Näherungssignalanteil **74** kann der Mikroprozessor **56** die gesamte magnetische Betriebsfähigkeit der Tür **14** überwachen und relativ große Metallobjekte in dessen Nähe erkennen. Ein Beispiel eines Algorithmus, der diese Information verwendet, um eine Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** zu steuern, wäre, den Näherungssignalanteil **74** zu überwachen, um eine relativ schnelle Annäherung eines relativ großen Metallobjekts zu detektieren. Wenn der Näherungssignalanteil **74** in die Sättigung kommt, was eine wahrscheinliche Störung des körperlichen Magnetkreises **38** anzeigt, und falls dann der Metallbiegungsanteil **72** eine ausreichend große Änderung anzeigt, dann wird angenommen, dass ein möglicherweise verletzungsgefährlicher Aufprall stattgefunden hat und die Sicherheitsrückhalteeinrichtung **64** wird betätigt. Falls andernfalls der Näherungssignalanteil **74** in einen Ruhezustand ohne Auftreten eines signifikanten Metallbiegungssignalanteils **72** zurückkehrt, dann wird angenommen, dass kein Aufprall auf die Tür **14** stattgefunden hat, aber stattdessen beispielsweise ein anderes Fahrzeug an der Tür **14** vorbeigefahren ist, und die Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** würde nicht betätigt werden.

[0046] Sowohl der an die zumindest eine erste Spule **42** angelegte Strom als auch die Verstärkung und Phase des Signals vom magnetischen Messaufnehmer **50** bezüglich des zumindest einen ersten Signals **44** werden kontinuierlich überwacht und in einem Speicher **95** eines Mikroprozessors **56** als magnetische Echtzeitsignatur der Tür **14** gespeichert. Die magnetische Echtzeitsignatur wird mit zumindest einer anderen vergleichbaren magnetischen Signatur – beispielsweise zumindest einer magnetischen Signatur, die die Tür **14** vor einem Aufprall oder einer Kollision darstellt, d. h. einer normalen Signatur oder zumindest einer magnetischen Signatur, die verschiedene Stöße oder Unfälle darstellt – verglichen, um zu bestimmen, ob eine zugeordnete Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** ausgelöst werden soll. Die zumindest eine normale Signatur kann magnetische Signaturen umfassen, die Änderungen des magnetischen Flusses **49** als Folge von entweder Metallobjekten nahe der Tür **14** oder sich ihr annähernden Metallobjekten, Veränderungen in Folge von Korrosion oder in Folge von Temperaturänderungen berücksichtigen. Die normale Signatur kann über die Zeit aktualisiert werden, um kleine Störungen der Tür **14**, beispielsweise aufgrund der Temperatur oder einer Korrosion, nachzuverfolgen. Falls sich die magnetische Echtzeitsignatur des Metallbiegungssignalanteils **72** ausreichend von der normalen magnetischen Signatur unterscheidet, würde der Mikroprozessor **56** die Sicherheitsrückhaltebetätigungseinrichtung **64** betätigen.

[0047] Demgemäß reagiert der Magnetsensor **10** sowohl auf Kleinsignalstörungen als auch Großsignalstörungen. Kleinsignalstörungen würden beispielsweise Stöße durch relativ kleine Gegenstände, beispielsweise Basketbälle oder andere Sportwurfgeschosse, umfassen, die typischerweise keine plastische Verformung der Tür **14** verursachen, sondern bei denen die Tür **14** und die umgebende Wetterdichtung elastisch reagieren. Großsignalstörungen würden beispielsweise Seitenaufprallszenarien umfassen, die eine plastische Verformung der Tür **14** verursachen, wodurch ihre magnetische Signatur permanent geändert wird. Der Magnetsensor **10** detektiert die Änderung der magnetischen Signatur von einem nicht verformten Zustand vor dem Stoß zu einem verformten Zustand nach dem Stoß. Außerdem wird das plastisch verformte Metall kaltgehärtet, was eine Änderung seines magnetischen Leitwertes bewirkt, der durch den Magnetsensor **10** erfasst wird. Am Beginn des Stoßes vor der plastischen Verformung der Tür **14** ist der Magnetsensor **10** in der Lage, die Aufprallgeschwindigkeit und die Schwere des Aufpralls unter Verwendung der physikalischen Grundlagen von Kollisionen, die den Energieerhalt und den Impulserhalt umfassen, abzuschätzen, wodurch die Antwort der Tür **14** mit der Schwere des Aufpralls zunimmt. Das Signal von dem magnetischen Messaufnehmer **50** umfasst eine Information sowohl über die momentane Position als auch die momentane Geschwindigkeit der Tür **14**. Außerdem zeigen insbesondere die Polaritäten des Signals spezielle Bewegungen der Tür **14** an.

[0048] Der Magnetsensor **10** stellt eine Echtzeitbewertung der Funktionsfähigkeit und der Integrität der zumindest einen ersten Spule **42** bzw. der zweiten Spule **54** bereit, indem die entsprechenden Spulen auf Kurzschlüsse oder Unterbrechungszustände überprüft werden oder indem eine separate Erfassungsspule **62** verwendet wird, um den durch die zumindest eine erste Spule **42** erzeugten magnetischen Fluss **49** zu detektieren. Außerdem bietet der Magnetsensor **10** eine kontinuierliche Prüfung der Integrität des Magnetkreises **38**, einschließlich des sich unter magnetischer Überwachung befindenden Bauteils, beispielsweise der Tür **14**.

[0049] Unter Bezugnahme auf [Fig. 2a](#) und [Fig. 2b](#) umfassen bei einer zweiten Ausführungsform des Magnetsensors **10** die zumindest eine erste Spule **42** und/oder der zumindest eine magnetische Messaufnehmer **50** eine separate Spule **42.1**, **42.2** oder **42.3**, die nicht Teil einer elektromagnetischen Einrichtung **51** ist, die sonst für einen unterschiedlichen Einsatzzweck verwendet wird. Beispielsweise kann die zumindest eine erste Spule **42** eine Mehrzahl erster Spulen **42.1**, **42.2** – oder eine der Mehrzahl erster Spulen – an unterschiedlichen ersten Orten **48.1**, **48.2** aufweisen, die zum Beispiel mit einer gleichen Phasenlage mit dem oberen Scharnier **18.1** und dem

unteren Scharnier **18.2** funktionsfähig gekoppelt sind, die die Tür **14** betriebsfähig mit der „A“-Säule **16.1** koppeln. Ferner kann je de erste Spule **42.1**, **42.2** um das zugeordnete Scharnier **18.1**, **18.2** oder um einen oder mehrere zugeordneter Befestigungsbolzen platziert sein, die das Scharnier an der ersten Säule **16** oder der Tür **14** anbringen. Außerdem kann der magnetische Messaufnehmer **50** eine zweite Spule **54** um den Verriegelungs-/Schließmechanismus **20**, um die Bolzen, die den Verriegelung/Schließmechanismus **20** an der Tür **14** anbringen, oder um die Schließplatte **22** herum aufweisen.

[0050] Die zumindest eine erste Spule **42** oder der zumindest eine magnetische Messaufnehmer **50** können an verschiedenen Orten angeordnet und gemäß einer Vielfalt von Ausgestaltungen konstruiert sein, die Folgendes umfassen, aber nicht dadurch beschränkt sind: ein oder mehrere Scharnier(e), die Schließplatte, die Seitenaufprallschutzschiene oder einen Seitenaufprallschutzträger in der Tür **14**, um oder in der Nähe des Verriegelungs-/Schließmechanismus entweder in oder außerhalb der Tür **14**, innerhalb einer Punktschweißlinie im oberen oder unteren Bereich der Tür **14**, um oder in der Nähe der Scharnierbolzen, an einer inneren Türverkleidung einer Kunststoff- oder Stahltür **14**, wobei der Umfang der Spule annähernd dem Umfang der Tür **14** entspricht, um den Umfang einer Fensterscheibe, um die gesamte Türstruktur, beispielsweise im Luftspalt, der die Tür **14** und die Öffnung umgibt, die passiert wird, wenn in das Fahrzeug eingestiegen wird oder aus diesem ausgestiegen wird, in einer Scheibe, beispielsweise der fahrerseitigen Scheibe, als ein Defroster, hinter einem Kunststofftürgriff oder einem Verkleidungsbauteil, zusammen mit der zugeordneten elektronischen Einrichtung, um eine Fensterscheibenöffnung in der Tür **14**, durch die das Fenster abgesenkt wird, oder in einem Kunststoffgehäuse des Außenspiegels zum Erfassen eines erweiterten Bereichs, um beispielsweise Stahlobjekte zu lokalisieren, die eine Seitenaufprallgefahr darstellen können.

[0051] Die durch diese Anordnungen erzeugten Magnetfelder haben eine Vielfalt von Grundorientierungen, einschließlich aber nicht beschränkt auf eine Längsorientierung, Querorientierung und Vertikalorientierung. Beispielsweise kann eine erste Spule **42** um ein Scharnier **18** platziert werden, so dass das zugeordnete Magnetfeld entweder längs oder quer verläuft, wobei die erstere Anordnung hauptsächlich einen Metallbiegungsflussanteil **86** bereitstellt, wogegen die letztere Anordnung einen relativ starken Näherungsflussanteil **88** bereitstellt. Als ein anderes Beispiel erzeugt eine erste Spule **42** um die Fensterscheibenöffnung in der Tür **14**, durch die die Scheibe abgesenkt wird, ein vertikales Magnetfeld, das um das Fahrzeug entlang dessen Querschnitt zirkuliert. Als noch ein anderes Beispiel erzeugt eine erste Spu-

le **42** um die Tür **14** oder die Scheibe in deren Ebene ein Quermagnetfeld, das für eine Näherungserfassung nützlich ist. Unterschiedliche erste Spulen **42**, wobei zumindest eine dazu ausgebildet ist, hauptsächlich einen Metallbiegungsflussanteil **86** zu erzeugen, und die andere dazu ausgebildet ist, hauptsächlich einen Näherungsflussanteil **88** zu erzeugen, können mit unterschiedlichen zugehörigen ersten Signalen **44** verwendet werden, beispielsweise entsprechende erste Signale mit unterschiedlichen Oszillationsfrequenzen, um unterscheidbare Metallbiegungssignalanteile **72** und Näherungssignalanteile **74** im Signal des magnetischen Messaufnehmers **50** bereitzustellen, wobei die entsprechenden Signale durch entsprechende synchrone Demodulatoren **70** demoduliert werden würden.

[0052] Der Arbeitspunkt des Magnetsensors **10**, beispielsweise der Pegel des magnetischen Flusses **49** innerhalb des Magnetkreises **38** und der an die zumindest eine erste Spule **42** unter Ruhebedingungen gelieferte Nominalstrom, kann eingestellt werden, indem die Drahtdicke oder die Wicklungsanzahl der zumindest einen ersten Spule **42** eingestellt wird.

[0053] Die Sicherungsfunktion oder die Näherungsdetektion des Systems können durch verschiedene Mittel verbessert werden, die das Platzieren einer Wicklung um den Unterboden, die Türöffnung oder die Motorhaube des Automobils, das Platzieren einer Wicklung um den vorderen Kotflügel des Automobils, das Platzieren eines Ferritstabes in einer Scharnierspule oder innerhalb einer Spule der Schließplatte für eine magnetische Fokussierung, das Platzieren einer Ferritstabspule in dem Spalt oder Raum zwischen den Türen oder das Platzieren einer zusätzlichen ersten Spule **42** im Formteil des Außenspiegels, der sich seitwärts vom Fahrzeug weg erstreckt, umfassen, aber nicht darauf beschränkt sind. Eine zusätzliche erste Spule **42** für eine zusätzliche Sicherungsfunktion des Systems, mit geeigneter Phasenlage und mit ordnungsgemäß eingestelltem Rückfluss des magnetischen Kreises, würde die Leistung des Sicherungssignals des Systems wesentlich erhöhen. Beispielsweise könnte diese Spule einen Durchmesser von etwa 3 Inch aufweisen und sich in einer Ebene parallel zur Türoberfläche befinden oder um einen Ferritstab gewickelt sein, um den Ausbreitungsbereich zu vergrößern und die Richtwirkung für eine Sicherungsfunktion des Systems zu verbessern. Außerdem ist der Magnetsensor **10** durch die Kombination der Näherungsdetektion und der Metallbiegungsdetektion in Verbindung mit einem Selbsttest der zugeordneten zumindest einen ersten Spule **42** und dem magnetischen Messaufnehmer **50** in der Lage, sowohl Sicherungsfunktionen als auch Aufpralldetektionsfunktionen bereitzustellen, wodurch das Erfordernis nach einer separaten Aufprallbeschleunigungsmesseinrichtung entfällt. Die Spulen **42**, **54** und **62** des Magnetsensors **10** könnten beispielswei-

se aus einem Draht konstruiert sein, der um einen zugeordneten Spulenkörper gewickelt ist und dann über ein bestehendes Bauteil des Fahrzeuges, beispielsweise ein Scharnier **18** oder eine Schließplatte **22**, platziert wird.

[0054] Die Spulen oder die Messaufnehmer können einen Ferritkern oder einen anderen magnetischen Kern mit einer hohen Permeabilität aufweisen. Es können auch hoch abgestimmte Spulen zum Erzeugen des magnetischen Signals verwendet werden.

[0055] Außerdem können die Breite und die Länge der Spulenkörper dazu ausgebildet sein, den magnetischen Fluss **49** auszurichten. Schließlich kann die zumindest eine erste Spule **42** oder der zumindest eine magnetische Messaufnehmer **50** zur Straße weisende Ferritstabspulen umfassen, die unter dem Fahrzeugchassis, im Dachhimmel des Fahrzeugs, in der "A"-Säule oder in der "B"-Säule platziert sind.

[0056] Außerdem können die dem Magnetsensor **10** zugeordneten Signale auf verschiedene Arten erzeugt, angepasst oder verarbeitet werden, die Folgendes umfassen, aber nicht darauf beschränkt sind:

1. Einrichten einer alternativen Frequenz, um eine Sicherungsfunktion des Systems an der Hintertür **14** zu erzeugen, um die Sicherungsfunktion des Systems der Vordertür **14** zu verbessern;
2. eine Amplituden-, Frequenz- oder Impuls-Modulation der magnetischen Signatur;
3. eine Mehrfrequenz-, Mehrphasen-Elektronik;
4. ein magnetisch vorgepoltter phasenverschobener Oszillator zur kostengünstigen Erzeugung einer reinen Sinuswelle;
5. ein kohärent synthetisches oder phasenstarres hardware- oder mikroprozessorbasiertes System;
6. ein System zum Einstellen der Verstärkung oder des Offsets durch den Mikroprozessor durch einen Digital/Analog- und anschließend Analog/Digital-Selbsteinstellalgorithmus oder -Selbsttestalgorithmus;
7. Platzieren eines "Eichteils" in dem Sicherungsfunktionsfeld des Systems zur magnetischen Kalibrierung;
8. unhörbare Frequenzen;
9. von einem Mikroprozessor erzeugte quarzstabilisierte Frequenzen zur Stabilisierung, einschließlich der Mikroprozessor-Digital/Analog-Wandler für eine kohärente Sinuswellenerzeugung;
10. Breitbandsystemelektronik;
11. einen geschlossenen Regelkreis für die Verstärkung und Phase des Signals zu einer Sendespule (d. h. AGC (automatic gain control: automatische Verstärkungsregelung), wobei die Tür **14** als eine Verzögerungsleitung wirkt), wobei die Verstärkungs- und Phasenregelungssignale als Sensorausgangssignale verwendet werden;
12. Wechselstrom- oder Gleichstrombetrieb, wo-

bei der Gleichstromanteil des Signals eine Information über den statischen magnetischen Nettofluss **49** der Tür **14** multipliziert mit der Geschwindigkeit des Stoßes bereitstellt, aber keine Näherungsinformation bereitstellt, und der Wechselstromansatz das Näherungsfeld bereitstellt und ermöglicht, dass das System bezüglich der bekannten und statischen Übertragerverstärkung ratiometrisch ist;

13. in Übereinstimmung mit Experimenten, die zeigten, dass die Phase variiert, wenn die magnetische Verstärkung über die Tür **14** variiert, einen Phasenprozessor (FM), der einen niedrigeren Signal-Rausch-Abstand als ein Verstärkungsprozessor (AM) hat;

14. überwachen der durch den Spulentreiber gelieferten Leistung, insbesondere die Bypass-Leistung, um Stöße in der Nähe des Scharniers oder der Scharniere oder an dem Scharnier oder an den Scharnieren, die mit der zumindest einen ersten Spule magnetisch beaufschlagt werden, zu detektieren;

15. eine Serienresonanzspulentreiberschaltung, um den zu der zumindest einen ersten Spule **42** fließenden Strom zu erhöhen, um den Signal-Rausch-Abstand zu verbessern, wobei der zugeordnete Strom zu der zumindest einen ersten Spule **42** überwacht wird, um einen kontinuierlichen Selbsttest der zumindest einen ersten Spule **42** sowie ein Maß der von der zumindest einen ersten Spule **42** aufgenommenen Leistung bereitzustellen; und

16. Verwendung eines anderen Typs von magnetischem Messaufnehmer **50**, beispielsweise eine Hall-Effekt-Einrichtung, anstelle einer zweiten Spule **54**.

[0057] Falls beide Vordertüren geschützt werden sollen, können die Auswirkungen von Temperatur- oder Bauteilschwankungen reduziert werden, indem eine ratiometrische Messung vergleichbarer Signale von einer Tür **14** zu einer anderen gemacht werden, wobei angenommen wird, dass nicht beide Türen gleichzeitig einem Aufprall unterliegen. Die ratiometrische Messung kann auch dazu verwendet werden, die individuellen Messungen von jeder Tür **14** zu verbessern. Ferner kann ein gemeinsamer Oszillator verwendet werden, um ein gemeinsames Signal zu erzeugen, das von jeder zugeordneten ersten Spule **42** verwendet wird, um die Kosten zu reduzieren und den magnetischen Fluss **49**, der an den verschiedenen Orten im Fahrzeug **12** erzeugt wird, zu synchronisieren.

[0058] Obwohl der Magnetsensor **10** hier mit der Tür **14** als Hauptmessaufnehmer dargestellt wurde, kann der Magnetsensor **10** allgemein so ausgebildet werden, dass er die Integrität eines beliebigen Bauteils erfasst, das in der Lage ist, einen magnetischen Fluss **49** zu leiten, und er wäre bei der Erfassung gro-

ßer oder langer ferromagnetischer Teile vorteilhaft. Beispielsweise kann der Magnetsensor **10** dazu ausgebildet sein, andere Karosserieteile, beispielsweise Kotflügel, zu erfassen, die an der Hauptkarosserie des Fahrzeuges angebracht sind, indem zumindest eine erste Spule **42** zwischen dem Karosserieteil und der Hauptkarosserie am Anbringungspunkt funktionsfähig verbunden wird.

[0059] Obwohl spezielle Ausführungsformen genau in der vorstehenden detaillierten Beschreibung beschrieben und in den begleitenden Zeichnungen dargestellt wurden, verstehen Fachleute, dass verschiedene Änderungen und Alternativen zu jenen Details im Lichte der Gesamtlehren der Offenbarung entwickelt werden können. Demgemäß ist beabsichtigt, dass die speziellen offenbarten Anordnungen lediglich veranschaulichend sind und nicht den Bereich der Erfindung beschränken, der durch die beigefügten Ansprüche definiert ist.

Patentansprüche

1. Magnetsensor (**10**), mit:

- a. zumindest einer ersten Spule (**42**) an einer zugeordneten zumindest einen ersten Stelle (**48**) einer Karosserie (**26**) eines Fahrzeuges (**12**), wobei die zumindest eine erste Spule (**42**) funktionsfähig mit einem ferromagnetischen Element (**14**, **18**) der Fahrzeugkarosserie (**26**) gekoppelt ist;
- b. zumindest einem magnetischen Erfassungselement (**50**), das funktionsfähig mit zumindest einer zweiten Stelle (**52**) der Karosserie des Fahrzeuges (**12**) gekoppelt ist, wobei sich die zumindest eine erste Stelle (**48**) und die zumindest eine zweite Stelle (**52**) durch einen ersten Bereich (**30**, **14**) des Fahrzeuges (**12**) und durch einen zweiten Bereich (**32**, **16**, **24**, **26**, **34**, **36**) des Fahrzeuges in magnetischer Verbindung befinden, wobei der erste Bereich (**14**) des Fahrzeuges einen Bereich der Karosserie (**26**) umfasst, der bei einem Aufprall einer Verformung unterliegt, wobei der erste Bereich (**30**, **14**) vom zweiten Bereich (**32**, **16**, **24**, **26**, **34**, **36**) verschieden ist, und der Magnetsensor (**10**) **dadurch gekennzeichnet** ist, dass ferner die zumindest eine erste Spule (**42**) und/oder das zumindest eine magnetische Erfassungselement (**50**) eine zweite Spule (**54**) einer elektromagnetischen Einrichtung (**51**) aufweist, die sonst für einen anderen Einsatzzweck ausgewählt aus einem Motor (**53**, **55**), einem Solenoid (**57**), einem Fenstersteuerungsmotor (**55**), einem Sitzsteuerungsmotor, einem Spiegelsteuerungsmotor und einem Türverriegelungssolenoid verwendet wird;
- c. zumindest einem ersten Signal (**44**), das funktionsfähig mit der zumindest einen ersten Spule (**42**) verbunden ist;
- d. einer Einrichtung (**60**) zum Erfassen zumindest eines zweiten Signals (**72**, **74**) von dem zumindest einen magnetischen Erfassungselement (**50**); und
- e. einer Einrichtung (**56**) zum Erkennen eines Auf-

pralls aus dem zumindest einen zweiten Signal (**72**, **74**).

2. Magnetsensor (**10**) nach Anspruch 1, bei dem die zumindest eine erste Spule (**42**) mehrere Spulen (**42.1**, **42.2**, **53**) umfasst.

3. Magnetsensor nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das zumindest eine magnetische Erfassungselement (**50**) mehrere magnetische Erfassungselemente (**50**, **54**, **57**) umfasst.

4. Magnetsensor (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem sich zumindest eine der zumindest einen ersten Spule (**42**) oder zumindest eines des zumindest einen magnetischen Erfassungselements (**50**) nahe einem oder um ein Fahrzeugkarosserieelement ausgewählt aus einem Türscharnier (**18**, **18.1**, **18.2**) oder einem Befestigungsbolzen dafür, einem Türschloss- oder -verriegelungsmechanismus (**20**) oder einem Befestigungsbolzen dafür, einem Schließbolzen (**22**) eines Türschloss- oder -verriegelungsmechanismus (**20**) oder einem Befestigungsbolzen dafür und einer Tür (**14**); an einer Seitenaufprallschutzschiene oder einem -träger in einer Tür (**14**); nahe einer Stirnwand (**92**) einer Tür (**14**); um eine Türöffnung; in einem Bereich eines Außenspiegelgehäuses; oder um eine Fensteröffnung befindet.

5. Magnetsensor (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, ferner aufweisend eine erste Schaltung (**58**, **60**), die funktionsfähig mit der zumindest einen ersten Spule (**42**) verbunden ist, wobei das zumindest eine erste Signal (**44**) durch die erste Schaltung (**58**, **60**) an die zumindest eine erste Spule (**42**) angelegt wird und die erste Schaltung (**58**, **60**) dazu ausgebildet ist, dass sich die zumindest eine erste Spule (**42**) aufgrund des zumindest einen ersten Signals im Wesentlichen in einer Serienresonanz befindet.

6. Magnetsensor (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, ferner aufweisend eine erste Schaltung (**58**, **60**, **66**), die funktionsfähig mit der zumindest einen ersten Spule (**42**) verbunden ist, wobei das zumindest eine erste Signal (**44**) durch die erste Schaltung (**58**, **60**, **66**) an die zumindest eine erste Spule (**42**) angelegt wird und die erste Schaltung (**58**, **60**, **66**) ein Maß an Strom bestimmt, der von dem zumindest einen ersten Signal (**44**) an die zumindest eine erste Spule (**42**) geliefert wird.

7. Magnetsensor (**10**) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, ferner aufweisend zumindest ein zweites magnetisches Erfassungselement (**62**) nahe der zumindest einen ersten Spule (**42**) zum Überprüfen der Funktionsfähigkeit der zumindest einen ersten Spule (**42**).

8. Verfahren zum Erfassen eines Fahrzeugaufpralls, umfassend:

- a. Erzeugen eines ersten magnetischen Flusses (**49, 84**) an einer ersten Stelle (**48**) eines Fahrzeuges in einem ferromagnetischen Element (**14, 18**) einer Fahrzeugkarosserie (**26**), wobei der erste magnetische Fluss (**49, 84**) auf einen Aufprall des Fahrzeuges (**12**) reagiert;
- b. Leiten des ersten magnetischen Flusses (**49, 84**) zwischen der ersten Stelle (**48**) und einer zweiten Stelle (**52**) des Fahrzeuges entlang eines ersten Pfades (**30**), wobei der erste Pfad (**30**) durch ein Karosserieteil (**14, 18**) des Fahrzeuges (**12**) verläuft;
- c. Leiten des ersten magnetischen Flusses zwischen der ersten Stelle (**48**) und der zweiten Stelle (**52**) entlang eines zweiten Pfades (**32**), wobei der erste Pfad (**30**) und der zweite Pfad (**32**) einen geschlossenen Pfad (**40**) bilden und eine magnetische Reluktanz (R) entlang des ersten Pfades (**30**) und/oder des zweiten Pfades (**32**) auf den Fahrzeugaufprall reagiert;
- d. Erfassen eines zweiten magnetischen Flusses (**86, 88**) an der zweiten Stelle (**52**), wobei der zweite magnetische Fluss (**86, 88**) auf den ersten magnetischen Fluss (**49, 84**) reagiert, wobei die Vorgänge des Erzeugens eines ersten magnetischen Flusses (**49, 84**) und/oder des Erfassens des zweiten magnetischen Flusses (**86, 88**) mit einer elektromagnetischen Einrichtung (**51**) stattfinden, die sonst für einen anderen Einsatzzweck ausgewählt aus einem Motor (**53, 55**), einem Solenoid (**57**), einem Fenstersteuerungsmotor (**55**), einem Sitzsteuerungsmotor, einem Spiegelsteuerungsmotor und einem Türverriegelungssolenoid verwendet wird;
- e. Erzeugen eines ersten Signals in Reaktion auf den an der zweiten Stelle (**52**) erfassten zweiten magnetischen Fluss (**86, 88**); und
- f. Erkennen (**56**) des Fahrzeugaufpralls in Reaktion auf das erste Signal.

9. Verfahren zum Erfassen eines Fahrzeugaufpralls nach Anspruch 8, bei dem der erste magnetische Fluss (**49, 84**) mit zumindest einer ersten Spule (**42**) erzeugt wird, ferner aufweisend das Bestimmen eines Strommaßes, das an die zumindest eine erste Spule (**42**) angelegt wird.

10. Verfahren zum Erfassen eines Fahrzeugaufpralls nach Anspruch 8 oder 9, bei dem die erste Stelle (**48**) mehrere unterschiedliche erste Stellen (**48.1, 48.2**) umfasst und der erste magnetische Fluss (**49, 84**) mit mehreren ersten Spulen (**42.1, 42.2, 53**) erzeugt wird, ferner umfassend das Bestimmen von mehreren Strommaßen, die an eine entsprechende Mehrzahl der mehreren ersten Spulen (**42.1, 42.2, 53**) angelegt wird, und das Schätzen einer Richtung des Objektes (**90**) aus der Mehrzahl von Strommaßen.

11. Verfahren zum Erfassen eines Fahrzeugaufpralls nach einem der Ansprüche 8 bis 10, bei dem der Vorgang des Erkennens des Fahrzeugaufpralls das Vergleichen einer Phase des ersten Signals mit

einer Phase eines zweiten Signals (**44**) umfasst, durch das der erste magnetische Fluss (**49, 84**) erzeugt wird.

12. Verfahren zum Erfassen eines Fahrzeugaufpralls nach einem der Ansprüche 8 bis 11, ferner aufweisend das Steuern einer Betätigung eines Sicherheitsrückhaltesystems (**64**) in Reaktion auf den Vorgang des Erkennens des Fahrzeugaufpralls.

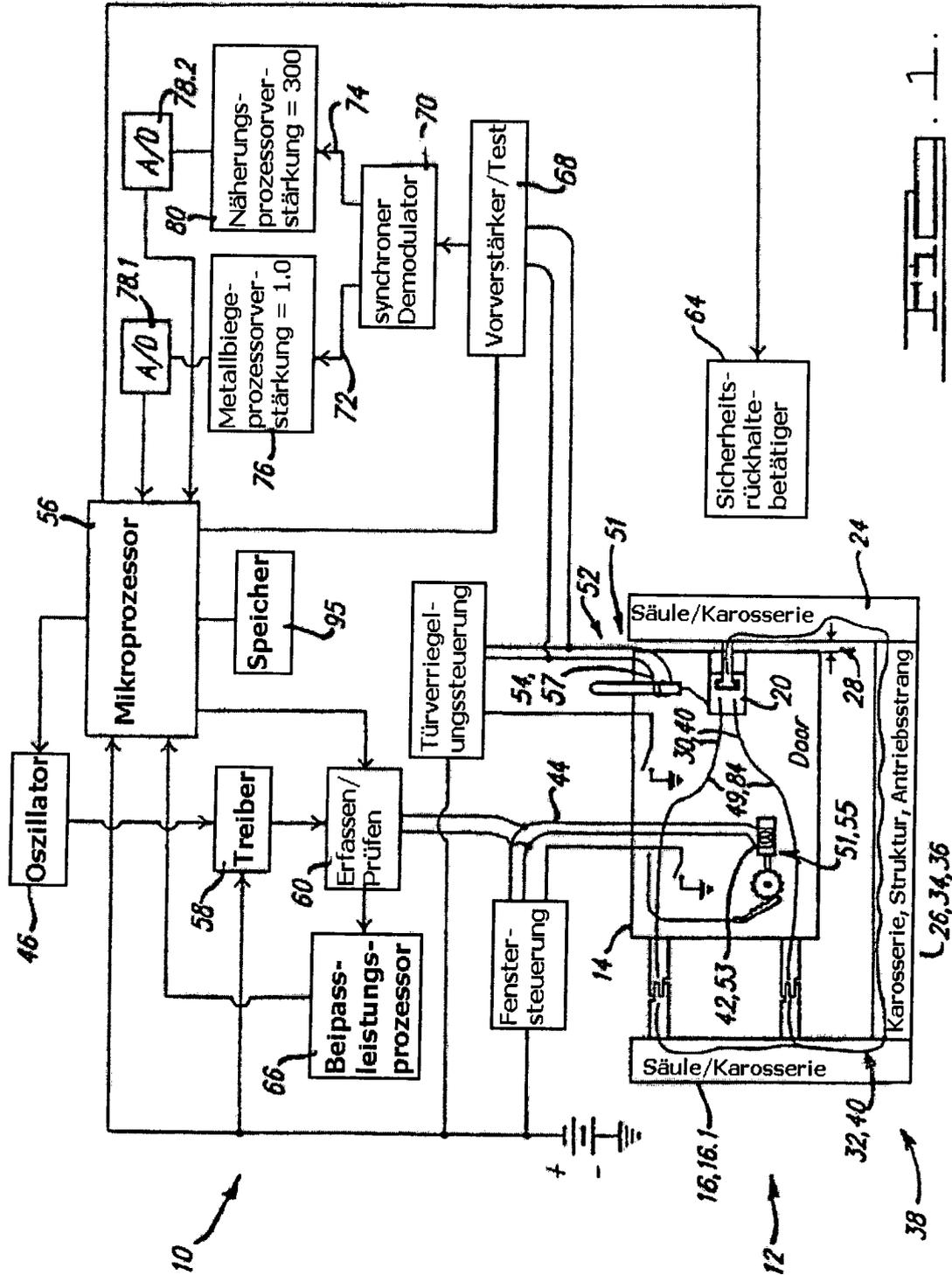
13. Verfahren zum Erfassen eines Fahrzeugaufpralls nach einem der Ansprüche 8 bis 12, ferner aufweisend das synchrone Demodulieren (**70**) des ersten Signals, um ein zweites Signal zu bilden, das Gleichstromkoppeln (**76**) des zweiten Signals, um ein gleichstromgekoppeltes zweites Signal (**72**) zu bilden, und das Extrahieren (**76, 78.1**) eines ersten Anteils des ersten Signals aus dem gleichstromgekoppelten zweiten Signal (**72**).

14. Verfahren zum Erfassen eines Fahrzeugaufpralls nach einem der Ansprüche 8 bis 13, ferner aufweisend das synchrone Demodulieren (**70**) des ersten Signals, um ein zweites Signal zu bilden, das Wechselstromkoppeln (**80**) und Verstärken (**80**) des zweiten Signals, um ein wechselstromgekoppeltes zweites Signal (**74**) zu bilden, und das Extrahieren (**80, 78.2**) eines zweiten Anteils des ersten Signals aus dem wechselstromgekoppelten zweiten Signal (**74**).

15. Verfahren zum Erfassen eines Fahrzeugaufpralls nach einem der Ansprüche 13 oder 14, bei dem der Vorgang des Erkennens des Fahrzeugaufpralls das Vergleichen einer Änderungsrate des zweiten Anteils (**74**) des ersten Signals mit einem ersten Schwellenwert, und/oder das Vergleichen einer Größe des ersten Anteils (**72**) des ersten Signals mit einem zweiten Schwellenwert und/oder das Vergleichen einer Änderungsrate des ersten Anteils (**72**) des ersten Signals mit einem dritten Schwellenwert umfasst.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



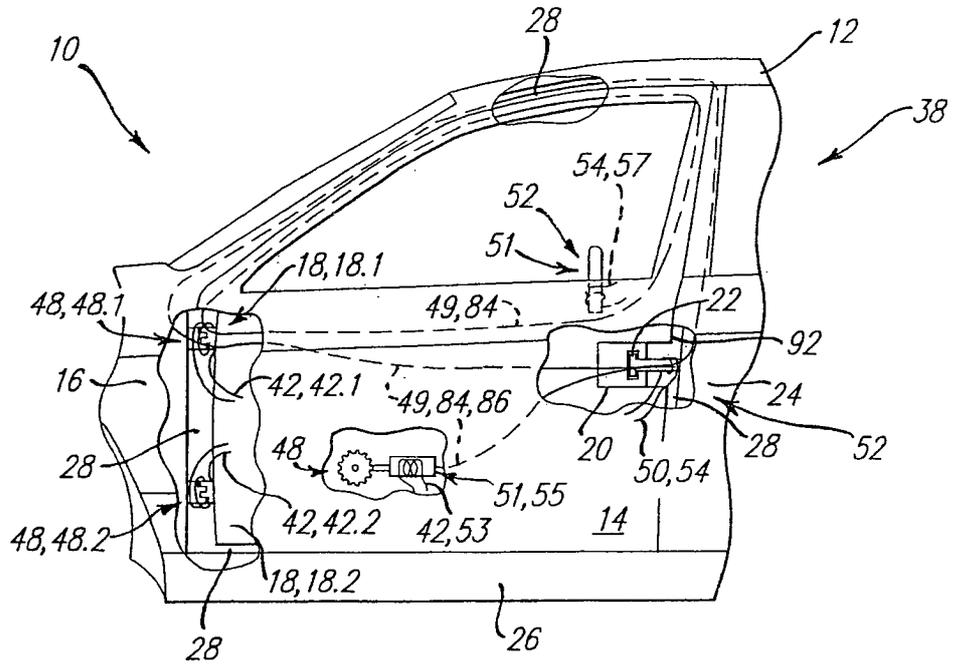


FIG. 1a.

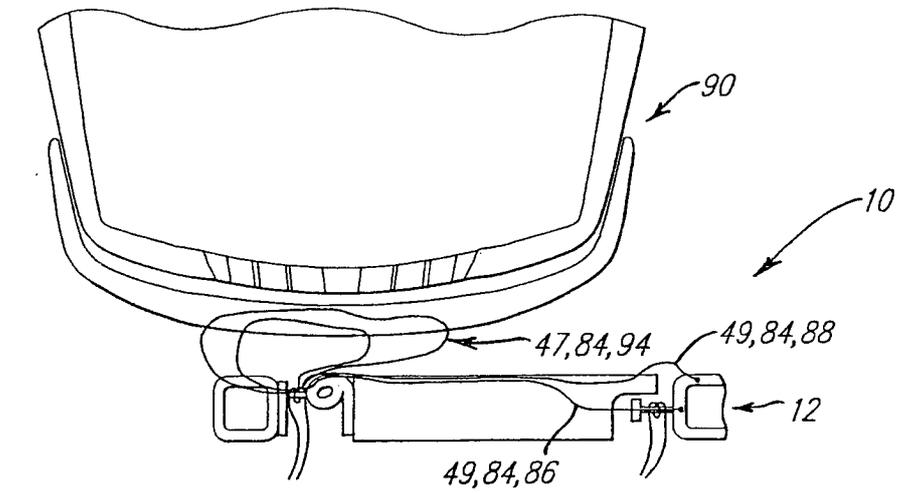


FIG. 1b.