

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
3. Mai 2012 (03.05.2012)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2012/055641 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: *G01V 3/11* (2006.01) Stuttgart (DE). **ALBRECHT, Andrej** [DE/DE]; Burgfelderstr. 6, 70567 Stuttgart (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/066378 (74) **Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH**; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 21. September 2011 (21.09.2011) (81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2010 043 078.1 28. Oktober 2010 (28.10.2010) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KRAPF, Reiner** [DE/DE]; Lailensaeckerstrasse 24, 70794 Filderstadt (DE). **ZI-BOLD, Tobias** [DE/DE]; Vaihingerstr. 32 C, 70567
- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SENSOR APPARATUS, IN PARTICULAR METAL SENSOR, WITH A FIELD-COMPENSATED MAGNETIC FIELD SENSOR

(54) Bezeichnung : SENSORVORRICHTUNG, INSBESONDERE METALLSENSOR, MIT FELDKOMPENSIERTEM MAGNETFELDSSENSOR

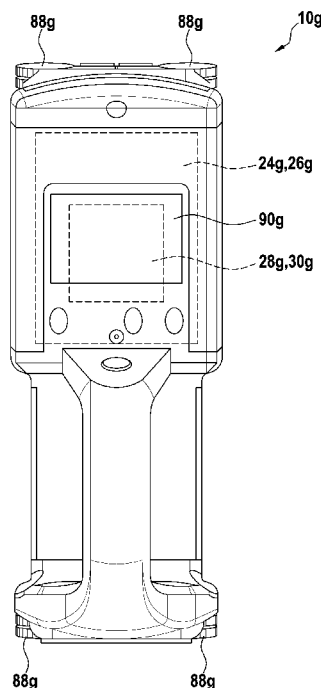


Fig. 6

(57) Abstract: The invention relates to a sensor apparatus, in particular a metal sensor, having at least two coils and a magnetic field sensor, in which the arrangement of coils and magnetic sensor with respect to one another and/or the number of coil turns and/or the winding sense of the coils and/or the coil current is/are selected in such a manner that the magnetic field generated by the coils approximately disappears at the location of the magnetic field sensor. The invention also relates to a method for detecting objects, in particular a method for finding metal objects, using at least two coils and a magnetic field sensor, in particular an AMR, GMR or Hall sensor, in which the arrangement of the coils and the magnetic sensor with respect to one another and/or the number of coil turns and/or the winding sense of the coils and/or the coil current is/are selected in such a manner that the magnetic field generated by the coils approximately disappears at the location of the magnetic field sensor.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Sensorvorrichtung, insbesondere einen Metallsensor, mit zumindest zwei Spulen und einem Magnetfeldsensor, bei der die Anordnung von Spulen und Magnetsensor zueinander und/oder die Anzahl der Spulenwindungen und/oder der Wicklungssinn

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2012/055641 A2

RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

der Spulen und/oder der Spulenstrom derart gewählt ist/sind, dass das von den Spulen erzeugte Magnetfeld am Ort des Magnetfeldsensors näherungsweise verschwindet. Des weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Detektion von Objekten, insbesondere ein Verfahren zum Auffinden metallischer Objekte, unter Verwendung zumindest zweier Spulen und eines Magnetfeldsensors, insbesondere eines AMR-, GMR- oder Hall-Sensors, bei dem die Anordnung der Spulen und des Magnetsensors zueinander und/oder die Anzahl der Spulenwindungen und/oder der Wicklungssinn der Spulen und/oder der Spulenstrom derart gewählt ist/sind, dass das von den Spulen erzeugte Magnetfeld am Ort des Magnetfeldsensors näherungsweise verschwindet.

5 Beschreibung

Titel

10 Sensorvorrichtung, insbesondere Metallsensor, mit feldkompensiertem Magnetfeld-
sensor

Die Erfindung betrifft eine Sensorvorrichtung und ein Verfahren zur Lokalisierung von in einem Medium eingeschlossenen Objekten, insbesondere metallischen Objekten, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. Anspruch 15. Darüber
15 hinaus beschreibt die Erfindung ein Werkzeuggerät, insbesondere ein Messgerät, beispielsweise ein handhaltbares Ortungsgerät, mit einer solchen Sensorvorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 15.

20 Stand der Technik

Zur Detektion von in einem Medium, wie bspw. einer Wand, einer Decke oder einem Boden eingeschlossenen Objekten, wie bspw. elektrischen Leitungen, Wasserleitungen, Rohren, Metallständern werden seit längerer Zeit Ortungsgeräte
25 eingesetzt. Dabei finden unter anderem induktive Geräte, d.h. Geräte, die ein Magnetfeld erzeugen, welches durch die in einem Medium eingeschlossenen, metallischen Gegenstände gestört wird, Verwendung.

Ein derartiges System ist aus der DE 10 2004 011 285 A1 bekannt.

30

Stand der Technik im Bereich der Metallsensoren zum Auffinden metallischer Objekte, wie beispielsweise Armierungseisen, Rohre oder Kabel, in Wänden oder Böden sind spulenbasierte Metallsensoren. Diese gibt es in verschiedenen Ausführungen: (i) feldkompensiert, (ii) differentiell, (iii) feldkompensiert und
35 differentiell.

Aufgabe der Erfindung ist die Verbesserung von Metallsensoren zum Auffinden metallischer Objekte in Wänden und Böden unter dem Aspekt der Miniaturisierung, Integration sowie der Leistungsfähigkeit.

5

Offenbarung der Erfindung

Ein Kern der Erfindung ist ein Metallsensor zum Auffinden metallischer Objekte in Wänden und Böden, der die Vorteile feldkompensierter, differentieller, spulenbasierter Sensoren vereint und sich die zusätzlichen Vorteile von speziellen Magnetfeldsensoren, insbesondere preisgünstige Hallsensoren, aber auch AMR/GMR basierte Magnetometer sowie SQUIDS, zunutze macht. (AMR-Sensor: anisotropic magneto-resistive Sensor; GMR-Sensor: giant magneto-resistive Sensor; SQUID: superconducting quantum interference device)

10

15

20

25

Vorteile dieser o.g. Magnetfeldsensoren sind die kompakte Baugröße, eine hohe Sensitivität, insbesondere eine Sensitivität auf lokale Magnetfeldänderungen anstelle von Änderungen des magnetischen Flusses durch größere Bereiche. Hieraus ergeben sich unmittelbare Vorteile für den Metallsensor: kompakte Größe, da die Sensoren selbst klein sind und beispielsweise kleine (Print-)Spulen ausreichen um hinreichend große Felder zu erzeugen (wegen der großen Sensitivität), Integration mehrerer Einzelsensoren, daraus resultieren vorteilhafte Eigenschaften wie die Möglichkeit zur Positions-/Tiefenschätzung bis hin zu einer bildhaften Auflösung der zu detektierenden Objekte.

30

35

Die Erfindung schlägt hierzu ein System aus Sendespulen und Magnetfeldsensoren vor. Die erfindungsgemäße Sensorvorrichtung zur Lokalisierung von in einem Medium eingeschlossenen Objekten, insbesondere zur Detektion von metallischen Gegenständen, besitzt eine Anordnung mit zumindest zwei Spulen und einem Magnetfeldsensor, wobei die Anordnung von Spulen und Magnetsensor zueinander und/oder die Anzahl der Spulenwindungen und/oder der Wicklungssinn der Spulen und/oder der Spulenstrom derart gewählt ist/sind, dass das von den Spulen erzeugte Magnetfeld am Ort des Magnetfeldsensors näherungsweise verschwindet.

Ein Objekt im Bereich des von den Spulen erzeugten Magnetfeldes (=„Primärfeld“) erzeugt ein „Sekundärfeld“. Dieses Sekundärfeld kann dann erfindungsgemäß

mittels eines Magnetfeldsensors gemessen werden. Die in dieser Anordnung erreichbare Kompensation des Primärfeldes am Ort des Magnetfeldsensors ist für die Verwendung von Magnetfeldsensoren zur Detektion von metallischen / magnetisierbaren Objekten) sehr vorteilhaft, da zu hohe Magnetfelder den Magnetfeldsensor aus seinem Arbeitsbereich bringen würden. Hohe Magnetfelder sind aber bei der Messung notwendig um am Ort des Objektes ausreichend hohe Magnetfelder zu erzeugen, so dass die daraus resultierenden Sekundärfelder am Ort des Sensors noch hinreichend hoch sind. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht es in vorteilhafter Weise das Primärfeld zu minimieren oder gar zum verschwinden zu bringen, wobei aber das durch das Primärfeld induzierte Sekundärfeld eines zu detektierenden Objektes hinreichend groß wird, um mit einem Magnetfeldsensor detektiert zu werden.

Ein weiterer Vorteil der Kompensation des Primärfeldes ist es, dass das Verhältnis aus objektbedingtem Signal (Signal resultierend aus Sekundärfeld) zu Grundsignal (Signal resultierend aus Primärfeld) um mehrere Größenordnungen verbessert wird.

Das beschriebene System aus Sendespulen und Magnetfeldsensor lässt sich dabei in vorteilhafter Weise mit einer Ansteuerung nach dem Gegentakt-Regler Prinzip realisieren. Vorteile des Gegentaktreglers sind hierbei die hohe Dynamik über einen großen Feldbereich sowie der hohe Signal-Rausch-Abstand durch die vorteilhafte Verwendung eines Synchrondemodulators.

Bei Verwendung von Printspulen sind die Sekundärfelder sehr klein (typischerweise wenige 10 nT). Daher eignen sich für eine solche Ausführungsform insbesondere die hochempfindlichen AMR/GMR Magnetsensoren während Hall-Sensoren in diesem Fall weniger geeignet sind.

Die Verwendung von periodischen Anregungsfeldern ist vorteilhaft, da sich der objektbedingte Anteil des Empfangssignal aufgrund seiner Frequenz dann sehr gut von Störungen und Rauschen trennen lässt (z.B. mit einem Synchrondemodulator).

Weitere Vorteile der erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen, dem nachfolgenden Ausführungsbeispiel, sowie den Zeichnungen und der zugehörigen Beschreibung.

Zeichnung

In der Zeichnung ist ein Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Sensorvorrichtung dargestellt, das in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert werden soll. Die Figuren der Zeichnung, deren Beschreibung sowie die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Ein Fachmann wird diese Merkmale auch einzeln betrachten und zu anderen, bzw. weiteren sinnvollen Kombinationen zusammenfassen.

5

Es zeigt:

10

Figur 1 eine typische Anordnung einer erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung in einer stark schematisierten Darstellung,

15

Figur 2a, 2b das berechnete Magnetfeld zweier Spulen der Sensorvorrichtung in einer graphischen Darstellung,

20

Figur 3a, 3b das berechnete Magnetfeld der Spulen der erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung in zwei orthogonalen Richtungen,

25

Figur 4a,4b die berechnete z-Komponente des Primärmagnetfeld zweier Spulen der Sensorvorrichtung, sowie das durch ein Objekt erzeugte Sekundärmagnetfeld, in einer Übersichts- (2a), sowie in einer Detaildarstellung (2b),

30

Figur 5 Ansteuerung der erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung mittels eines Gegentaktreglers,

35

Figur 6 ein Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Werkzeuggerät in Form eines Ortungsgerätes.

Beschreibung eines Ausführungsbeispiels

5 Figur 1 zeigt eine mögliche Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung 10 in einer schematisierten Darstellung.

Die in der Figur 1 beispielhaft gezeigte Anordnung einer erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung weist zwei Spulen („outer coil 12“, „inner coil 14“) auf, die dazu
10 verwendet werden, im Raum ein sich periodisch änderndes quasi-stationäres Magnetfeld (hier insbesondere ein Dipolfeld) zu erzeugen (Siehe hierzu auch beispielsweise Figuren 2). Ein Magnetfeldsensor 16, der beispielsweise als ein Hallsensor, ein AMR- oder auch GMR- Sensor oder aber auch als SQUID
15 ausgebildet sein kann, wird dazu verwendet, ein Magnetfeld zu messen, welches insbesondere durch ein zu detektierendes Objekt erzeugt wird. Die Anordnung der Spulen und des Sensors zueinander, sowie Anzahl der Windungen, Wicklungssinn, und Spulenstrom der Spulen sind dabei erfindungsgemäß derart gewählt, dass das von den Spulen erzeugte Magnetfeld am Ort des Magnetfeldsensors (und idealerweise nur dort) näherungsweise (und idealerweise exakt) verschwindet, d.h.
20 zu Null wird, also an der Stelle des Magnetfeldsensors eine Feldkompensation stattfindet. (Siehe hierzu beispielsweise auch die berechneten Felder in Figur 3). Eine ideale Feldkompensation, bei der das Magnetfeld der Spulen im mathematischen Sinne zu Null wird, ist unter praktischen Gesichtspunkten kaum zu realisieren. Dies soll durch die Bezeichnung „näherungsweise“ verschwindet zum
25 Ausdruck gebracht sein. Rest und sogenannte „Schmutzeffekte“, die die absolute Eliminierung des Magnetfeldes in letzter Konsequenz verhindern, fallen unter die näherungsweise Kompensation.

Die zwei Spulen 12, 14 der Sensorvorrichtung im Ausführungsbeispiel der Figur 1
30 sind konzentrisch zueinander in einer gemeinsamen Ebene, insbesondere auf einer gemeinsamen Leiterplatte 18 ausgebildet.

Für zwei in einer Ebene angeordnete, konzentrische Spulen mit entgegengesetztem Windungssinn verschwindet das Magnetfeld am Mittelpunkt der beiden
35 Spulen - wenn diese vom selben Strom durchflossen werden - unter der Bedingung:.

$$N / d = N' / d' \quad (I)$$

5 N: Windungszahl der äußeren Spule, d: Durchmesser der äußeren Spule,
N': Windungszahl der inneren Spule, d': Durchmesser der inneren Spule.

10 Streng genommen muss für die obige Beziehung (I) der jeweilige Spulendurchmesser groß sein gegenüber dem Abstand der einzelnen Spulendrehungen in der Spule.

Ein Vorteil der Verwendung von zwei Spulen mit entgegengesetztem Windungssinn ist es insbesondere, dass man die Spulen in Reihe verschalten kann.

15 Im Ausführungsbeispiel der Figur 1 sind die Spulen als Printspulen auf der Leiterplatte 18 ausgebildet. In alternativen Ausführungsformen können auch konventionelle Spulen, auch mehr als zwei Spulen und insbesondere auch nicht konzentrisch angeordnete Spulen genutzt werden.

20 So ist es auch möglich, dass sich die Sendespulen nebeneinander befinden und / oder beispielsweise überlappen. Ein Kern der Erfindung ist es jedoch, den Magnetfeldsensor stets in einen Bereich verschwindenden Spulen Magnetfeldes anzubringen.

25 Bei geeigneter Spulenanordnung, Windungszahlen und Wicklungssinn ist es möglich die Spulen elektrisch seriell zu verschalten. Sie werden dann vom selben Strom durchflossen und Änderungen dieses Stroms, die beispielsweise durch Temperatur- oder auch andere Umgebungseinflüsse erzeugt werden, wirken sich in vorteilhafter Weise nicht auf die Feldkompensation am Ort des Magnetfeldsensors aus.

30 Im Zentrum, d.h. im Mittelpunkt der kreisförmigen Spulen 12, 14 ist im Ausführungsbeispiel der Figur 1 ein Magnetfeldsensor 16 in der Ausführungsform eines GMR-Sensors angeordnet. Alternative Magnetfeldsensoren sind aber ebenso möglich.

Ein Objekt im Bereich des von den Spulen 12, 14 erzeugten Magnetfeldes (=„Primärfeld“) erzeugt ein „Sekundärfeld“. Dieses Sekundärfeld wird dann erfindungsgemäß vom Magnetfeldsensor 16 gemessen. Auf diese Art kann ein Objekt detektiert werden. (Vgl. hierzu auch Figur 4.)

5

Die Vorzugsrichtung des Sensors, also diejenige Richtung zu der Magnetfelder parallel sein müssen, um vom Sensor mit maximaler Empfindlichkeit gemessen zu werden, sollte bei einer planaren, konzentrischen Spulenanordnung mit Magnetfeldsensor in der Spulenmitte, wie sie in Figur 1 dargestellt ist, in Normalrichtung der Spulenebene zeigen.

10

Die Kompensation des Primärfeldes am Ort des Magnetfeldsensors 16 ist für die Verwendung eines Magnetfeldsensors in dieser Anwendung (Detektion von metallischen/magnetisierbaren Objekten) vorteilhaft, da zu hohe Magnetfelder den Sensor 16 aus seinem Arbeitsbereich bringen. Hohe Magnetfelder sind aber notwendig um am Ort des Objektes ausreichend hohe Magnetfelder zu erzeugen, so dass die daraus resultierenden Sekundärfelder am Ort des Sensors 16 noch hinreichend hoch sind. Weiterer Vorteil der Kompensation des Primärfeldes ist, dass das Verhältnis aus objektbedingtem Signal (Signal resultierend aus Sekundärfeld) zu Grundsignal (Signal resultierend aus Primärfeld) um mehrere Größenordnungen verbessert wird.

15

20

Bei der Optimierung der Durchmesser der Spulen der erfindungsgemäßen Sensoranordnung sind zwei gegenläufige Effekte zu berücksichtigen:

25

(1) Der Dipolcharakter des Gesamtfeldes ist umso ausgeprägter, wenn die innere Spule einen möglichst kleinen Durchmesser im Verhältnis zur äußeren Spule hat.

30

Der Durchmesser der inneren Spule ist dabei im Wesentlichen begrenzt durch die Größe des Magnetfeldsensors und liegt damit bei einem Minimalwert von ca. 5 mm

(2) Allerdings ist der Magnetfeldgradient im Bereich der Nullstelle des Feldes umso kleiner je weniger sich das Verhältnis der Spulendurchmesser von

35

dem Wert eins unterscheidet. Dies verringert die Anforderungen an die Positionierungsgenauigkeit des Magnetfeldsensors.

5 Figur 2a und 2b zeigen das berechnete Magnetfeld zweier Printspulen (äußere Spule mit 4 Windungen, Radius 2 cm), innere Spule (1 Windung, Radius 0.5 cm) in der x-z-Ebene. Das Magnetfeld ist rotationssymmetrisch um die z-Achse. Die linke Figur 2a zeigt das dipolförmige Feld im Außenbereich, die rechte Figur 2b zeigt die Kompensation der von den beiden Spulen erzeugten Felder im Bereich der inneren Spule.
10

Neben den hier beschriebenen Dipolanordnungen sind auch Quadrupol-Anordnungen denkbar, die nach dem gleichen Prinzip arbeiten.

15 Figur 3a und 3b zeigen errechnete Beträge des Magnetfeldes der äußeren Spule (A), der äußeren und inneren Spule (B). Die Kurven zeigen, dass das Magnetfeld von äußerer und innerer Spule zusammen am Ursprung verschwindet (sogenannte „Feldkompensation“). Das Feld im Außenbereich wird von der Kompensation nahezu nicht beeinflusst. Dies ist wichtig um dieselbe Sensorreichweite zu gewährleisten, die ohne die zusätzliche Kompensationsspule in Form der inneren Spule erreicht würde.
20

Figur 4 zeigt die z-Komponente des primären (C) und sekundären Magnetfeldes (D) entlang der z-Achse. (Figur 4b stellt dabei einen Detailausschnitt in unmittelbarer Nähe des Nullpunktes dar, vergleiche hierzu die jeweiligen Skalen). Quelle des Sekundärfeldes ist in dieser Simulation eine Eisenkugel (mit relativer magnetischer Permeabilität $\mu = 1000$ und Durchmesser 1 cm), die sich 5 cm vom Sensor entfernt auf der z-Achse befindet. Berechnet ist der Fall für kleine Frequenzen des Anregungsfeldes ($\omega \rightarrow 0$). Zu beachten ist, dass ohne die innere Kompensationsspule das Sensorfeld im Ursprung/Nullpunkt den Wert 1 hätte, also einen Faktor 10.000 größer wäre als das Objektfeld.
25
30

Das beschriebene System aus Sendespulen und Magnetfeldsensor lässt sich sehr gut und vorteilhaft mit einem Gegentakt-Regler 20 ansteuern. Vorteile des Gegentaktreglers sind die hohe Dynamik über einen großen Feldbereich sowie der hohe Signal-Rausch-Abstand durch Verwendung eines Synchronmodulators.
35

Figur 5 zeigt eine beispielhafte Verschaltung der Spulen und des Magnetsensors im Gegentaktbetrieb.

5 Der Gegentaktregler 20 besteht dabei in der Ausführungsform nach Figur 5 aus einer Signalquelle 24, regelbaren Verstärkern 26, 28, Synchrondemodulator 22 und integrierendem Komparator 30. Die regelbaren Verstärker 26, 28 bestromen die beiden Sendespulen 12, 14 mit 180° phasenverschobenen, sich periodisch ändernden Strömen unabhängiger Amplitude. Die Sendespulen (beispielsweise äußere und innere Spule entsprechend Figur 1) sind nun so gewickelt, dass sie
10 zumindest in Abwesenheit von metallischen/magnetisierbaren Objekten im Bereich des Sendespulenfeldes - zumindest zu einem Zeitpunkt - entgegengesetzt gerichtete Magnetfelder erzeugen, die sich am Ort des Sensors aufheben. Der Sensor 16 ist gegebenenfalls über einen optionalen Verstärker 32 mit dem Synchrondemodulator 22 verbunden. Die Gegentaktregelung über den
15 integrierenden Komparator 30 regelt die Amplituden der Sendespulenströme mittels der regelbaren Verstärker 26, 28 nun derart, dass am Ort des Sensors auch bei Anwesenheit eines metallischen / magnetisierbaren Objektes im Bereich des Sendespulenfeldes zumindest zu einem Zeitpunkt das Magnetfeld verschwindet. Dieser Regelwert ändert sich bei Anwesenheit eines metallischen/magnetisierbaren
20 Objektes und kann daher dazu verwendet werden ein solches zu detektieren.

Neben dem hier gezeigten System einer Sensorvorrichtung mit zwei Spulen und einem Magnetfeldsensor sind jedoch auch Systeme mit mehr als zwei Spulen und/oder mehreren Magnetfeldsensoren denkbar und auch sinnvoll.

25 So ist insbesondere auch die Verwendung mehrerer "Kompensationsspulen" (Im Ausführungsbeispiel die innere Spule 14 zur Aufhebung des Primärfeldes) an unterschiedlichen Orten möglich. Möglich sind hierbei Sensorsysteme, bei denen die Positionen der mehreren Kompensationsspulen sowohl innerhalb als auch
30 außerhalb der "äußeren" Sendespule angeordnet sind.

Auch kann es vorteilhaft sein, die Sendespulen in unterschiedlichen Ebenen anzuordnen.

35 Auch die Verwendung mehrerer Magnetfeldsensoren an jeweils den Orten, die von der jeweiligen Kompensationsspule feldfrei gehalten werden ist eine vorteilhafte

Variante der erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung. Vorteil hiervon ist, dass man das Sekundärfeld (also das von einem zu messenden Objekt erzeugte Feld) an unterschiedlichen Orten ausmessen und damit zumindest im Prinzip Rückschlüsse auf Objekteigenschaften, wie beispielsweise die laterale Position, die
5 Einschlusstiefe oder auch die Orientierung, ziehen kann

Fig. 6 zeigt ein mögliches Ausführungsbeispiel für ein erfindungsgemäßes Werkzeuggerät als Messgerät, in Form eines handhaltbaren Ortungsgeräts 86g, welches eine erfindungsgemäße Sensorvorrichtung aufweist. Das Handortungsgerät 86g weist eine Ortungsvorrichtung 24g mit einer erfindungsgemäßen
10 Sensorvorrichtung 26g auf. Die Sensorvorrichtung 26g umfasst in bereits beschriebener Weise zumindest zwei Spulen und zumindest einen Magnetfeldsensor, die in erfindungsgemäßer Weise angeordnet sind und nach dem erfindungsgemäßen Verfahren arbeiten. Die Ortungsvorrichtung 24g umfasst des Weiteren eine Ansteuereinheit 28g, insbesondere mit einer Gegentaktregelung 20,
15 sowie eine Auswerteeinheit 30g zur Verarbeitung und Aufarbeitung der Messsignale auf. So kann insbesondere das Regelsignal 32 der Gegentaktregelung 20 (siehe hierzu auch Figur 5) von der Auswerteeinheit 30g genutzt werden, um ein Objekt als detektiert oder nicht detektiert zu charakterisieren. Das heißt, das Regelsignal 32 der Gegentaktregelung der erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung wird zur
20 Detektion der Objekte verwendet.

Das Handortungsgerät 86g weist zudem Rollen 88g mit nicht näher dargestellten Wegmessmitteln auf, mittels denen ein Bediener das Handortungsgerät 86g an dem Medium entlang verfahren kann. Auf einem Display 90g des Handortungsgerät 86g stellt das Handortungsgerät 86g detektierte Objekte in Abhängigkeit von dem
25 verfahrenen Weg dar. Die Wegsensorik ermöglicht die Zuordnung eines Detektionswertes der erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung zu einer Ortsposition des Messgerätes. Insbesondere ermöglicht das erfindungsgemäße Messgerät die korrelierte Darstellung von Detektionssignal und Position von eingeschlossenen Objekten über eine entsprechende Ausgabeeinheit, 90g, insbesondere ein
30 graphisches Display. In einfacheren Ausführungsformen kann auch die Wegsensorik verzichtet werden und die Detektion eines Objektes beispielsweise lediglich durch ein Lichtsignal und/oder ein akustisches Signal übermittel werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. ein nach diesem Verfahren arbeitendes Werkzeuggerät ist nicht auf die in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt.

5 Insbesondere ist das erfindungsgemäße Verfahren nicht beschränkt auf die Verwendung zweier Sendespule, insbesondere zweier konzentrisch angeordneter Sendespulen. So ist es auch möglich, dass sich die Sendespulen nebeneinander befinden und / oder beispielsweise überlappen. Ein Kern der Erfindung ist es, den
10 Magnetfeldsensor in einen Bereich verschwindenden Spulen Magnetfeldes anzubringen.

Neben den hier gezeigten System mit zwei Spulen sind jedoch auch Systeme mit mehr als zwei Spulen denkbar und auch sinnvoll.

15 So ist insbesondere auch die Verwendung mehrerer "Kompensationsspulen" (innere Spulen) an unterschiedlichen Orten möglich. Möglich sind hierbei Sensorsysteme bei denen die Positionen der mehreren Kompensationsspulen sowohl innerhalb als auch außerhalb der "äußeren" Sendespule angeordnet sind.

20 Auch kann es vorteilhaft sein, die Sendespulen in unterschiedlichen Ebenen anzuordnen.

Auch die Verwendung mehrerer Magnetfeldsensoren an jeweils den Orten, die von der jeweiligen Kompensationsspule feldfrei gehalten werden ist eine vorteilhafte
25 Variante der erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung. Vorteil hiervon ist, dass man das Sekundärfeld (also das von einem zu messenden Objekt erzeugte Feld) an unterschiedlichen Orten ausmessen und damit zumindest im Prinzip Rückschlüsse auf Objekteigenschaften, wie beispielsweise die laterale Position, die
Einschlusstiefe oder auch die Orientierung, ziehen kann

30 Auch könnte das Magnetfeld durch ein Abschirmvorrichtung zu Null gebracht werden und der Magnetsensor an entsprechender Stelle angebracht sein.

Das erfindungsgemäße Werkzeuggerät ist nicht auf ein Messgerät, insbesondere
35 eine Ortungsgerät beschränkt. Auch sägende, schleifende oder bohrende Werkzeuggeräte können mit der erfindungsgemäßen Sensorvorrichtung

ausgestattet sein, sei es als in das Werkzeuggerät integriertes Messsystem oder aber auch als ein am Werkzeuggerät anzubringendes Zubehör.

5

Ansprüche

10

1. Sensorvorrichtung (10,26g), insbesondere Metallsensor, mit zumindest zwei Spulen (12,14) und einem Magnetfeldsensor (16), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Anordnung von Spulen (12,14) und Magnetsensor (16) zueinander und/oder die Anzahl der Spulenwindungen und/oder der Wicklungssinn der Spulen und/oder der Spulenstrom derart gewählt ist/sind, dass das von den Spulen (12,14) erzeugte Magnetfeld am Ort des Magnetfeldsensors (16) näherungsweise verschwindet, insbesondere vollständig kompensiert ist.

15

20

2. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine erste, äußere Spule (12) und eine zweite inneren Spule (14) vorgesehen sind, die insbesondere konzentrisch zueinander angeordnet sind.

25

3. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Magnetfeldsensor (16) von den Windungen zumindest einer Spule (14) umschlossen ist.

30

4. Sensorvorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Magnetfeldsensor (16) im Mittelpunkt zumindest einer, im Wesentlichen kreisrunden Spule (14) angeordnet ist.

35

5. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Spulen (12,14) und ein Magnetfeldsensor (16) in einer Ebene angeordnet sind.

6. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Spulen(12,14) und ein Magnetfeldsensor (16) auf einer gemeinsamen Leiterplatte (18) angeordnet sind.

5

7. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest eine Spule (12,14) als Printspule ausgebildet ist.

10

8. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 6 und/oder 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Magnetfeldsensor (16) ein AMR-Sensor ist.

15

9. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Magnetfeldsensor (16) ein GMR Sensor ist.

20

10. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Magnetfeldsensor ein Hall- Sensor ist.

25

11. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Magnetfeldsensor (16) ein SQUID ist.

30

12. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest zwei Spulen (12, 14) elektrisch seriell verschaltet sind.

35

13. Sensorvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dieser einen Gegentaktregler (20) zur Ansteuerung der Spulen (12, 14) aufweist.

14. Werkzeuggerät, insbesondere ein Messgerät (86g) zur Detektion von Objekten, insbesondere metallischen Objekten, mit zumindest einer Sensorvorrichtung (10,26g) nach zumindest einem der vorhergehenden Ansprüche.

5

15. Verfahren zur Detektion von Objekten, insbesondere ein Verfahren zum Auffinden metallischer Objekte, unter Verwendung zumindest zweier Spulen (12, 14) und eines Magnetfeldsensors (16), insbesondere eines AMR-, GMR- oder Hall-Sensors, bei dem die Anordnung der Spulen (12, 14) und des Magnetsensors (16) zueinander und/oder die Anzahl der Spulenwindungen und/oder der Wicklungssinn der Spulen und/oder der Spulenstrom derart gewählt ist/sind, dass das von den Spulen (12, 14) erzeugte Magnetfeld am Ort des Magnetfeldsensors (16) näherungsweise verschwindet, insbesondere vollständig kompensiert wird.

10
15

16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Gegentaktregler (20) die Amplituden der Spulenströme der zumindest zwei Spulen mittels regelbarer Verstärker (26, 28) derart regelt, dass am Ort des Magnetsensors (16) - zumindest zu einem Zeitpunkt - das Magnetfeld verschwindet.

20

17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Regelwert (34) des Gegentaktreglers (20) genutzt wird, um ein Objekt, insbesondere ein metallisches Objekt, zu detektieren.

25

30

35

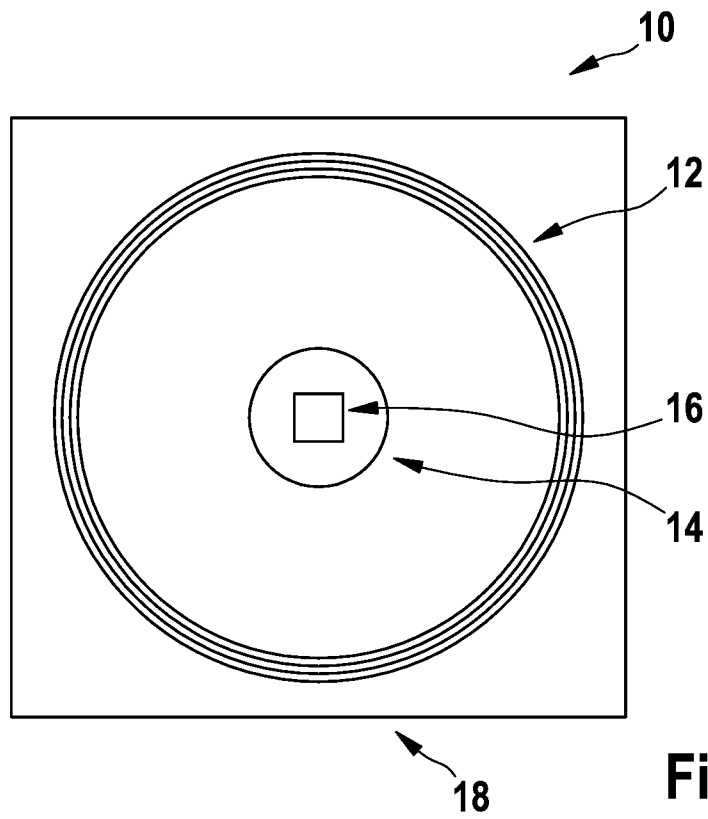


Fig. 1

2 / 6

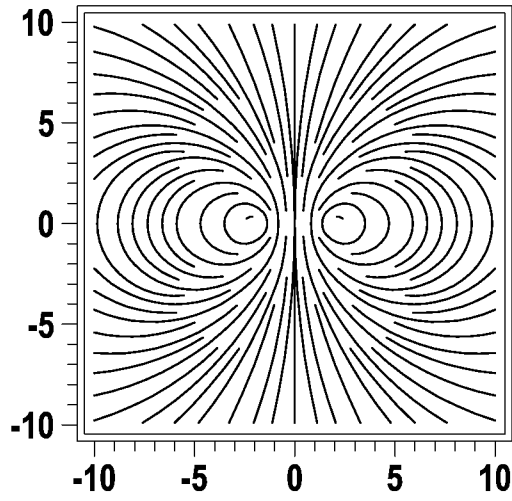


Fig. 2a

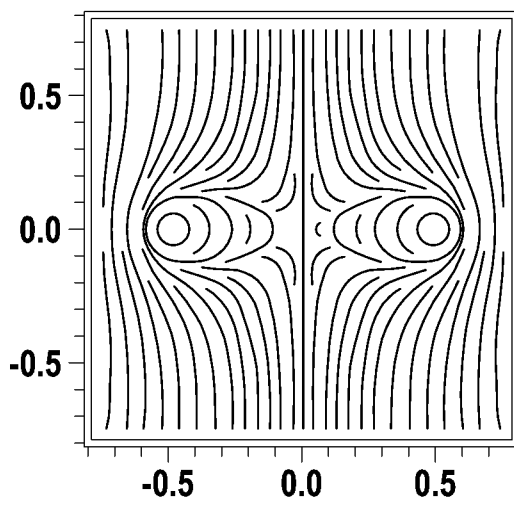


Fig. 2b

3 / 6

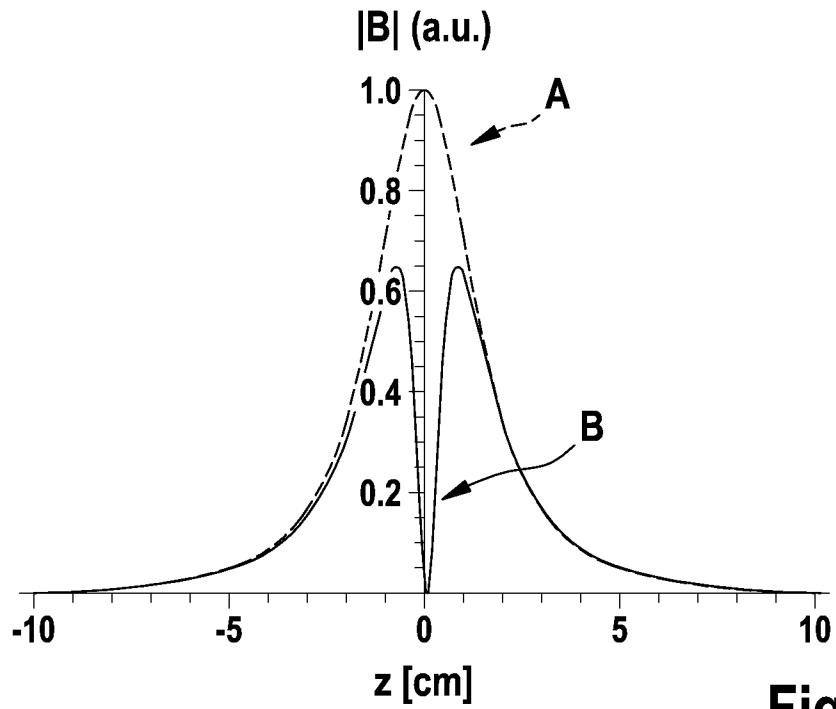


Fig. 3a

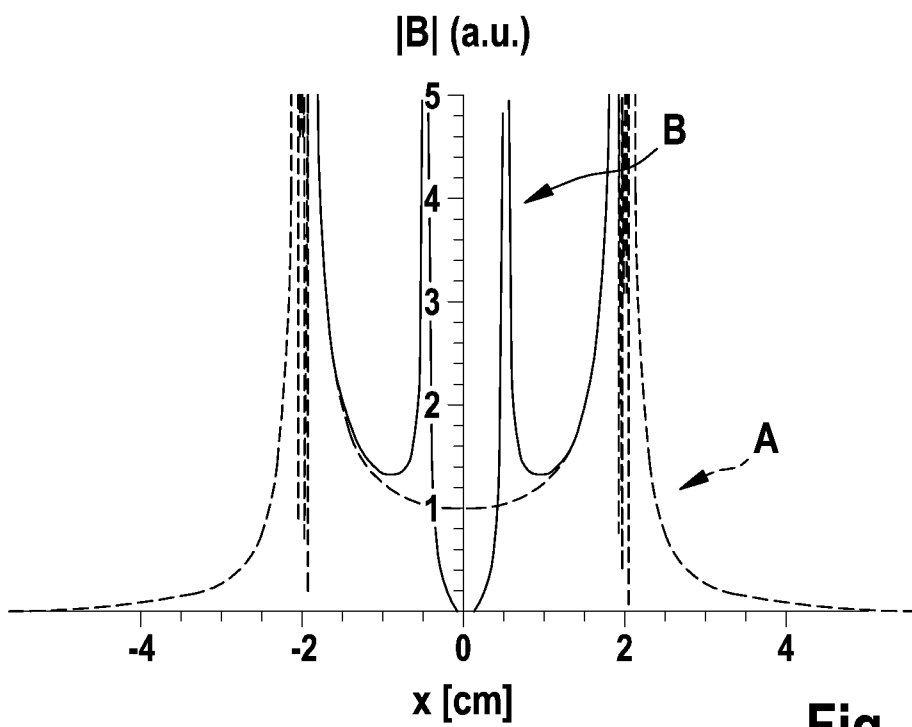


Fig. 3b

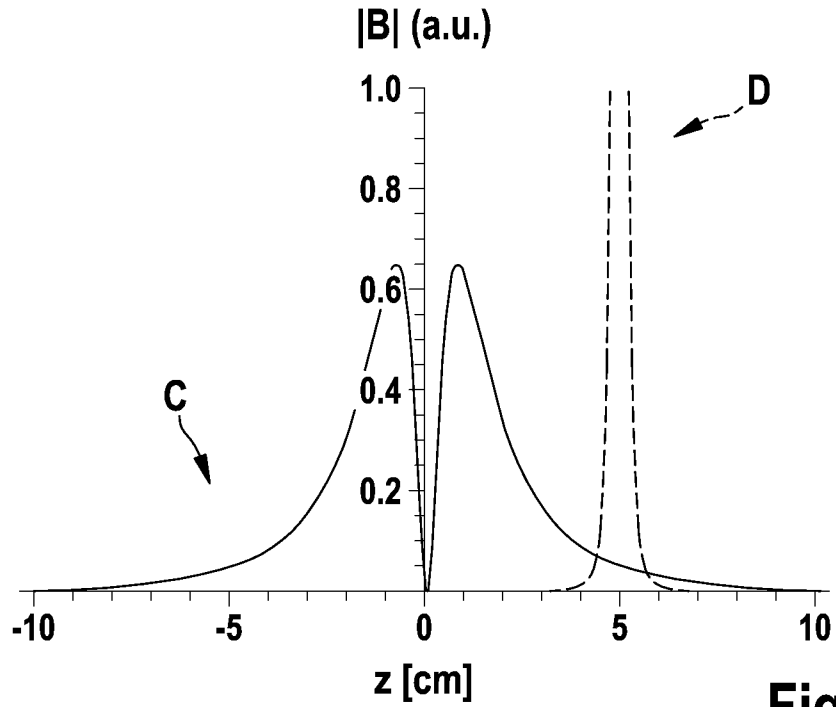


Fig. 4a

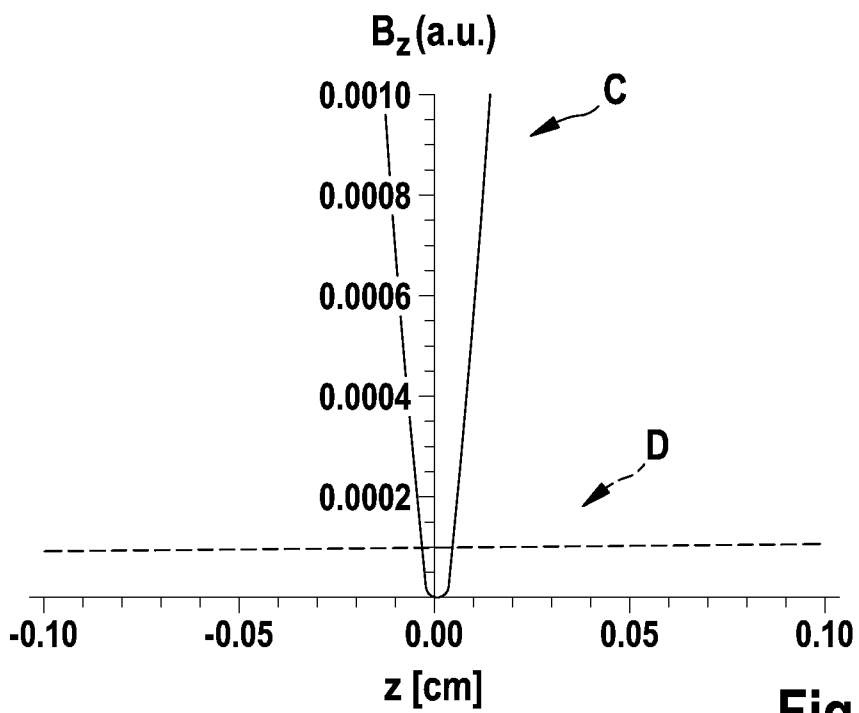


Fig. 4b

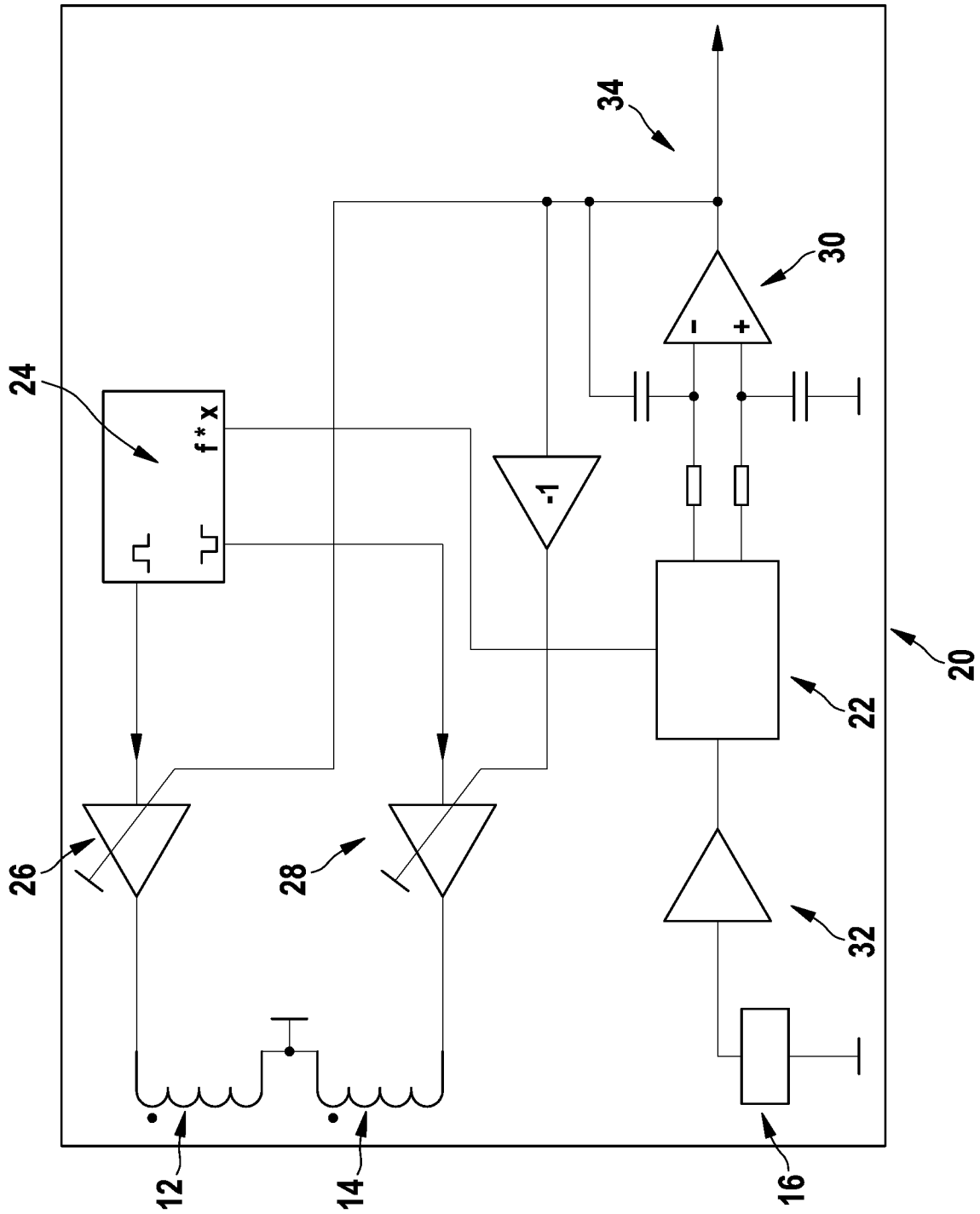


Fig. 5

6 / 6

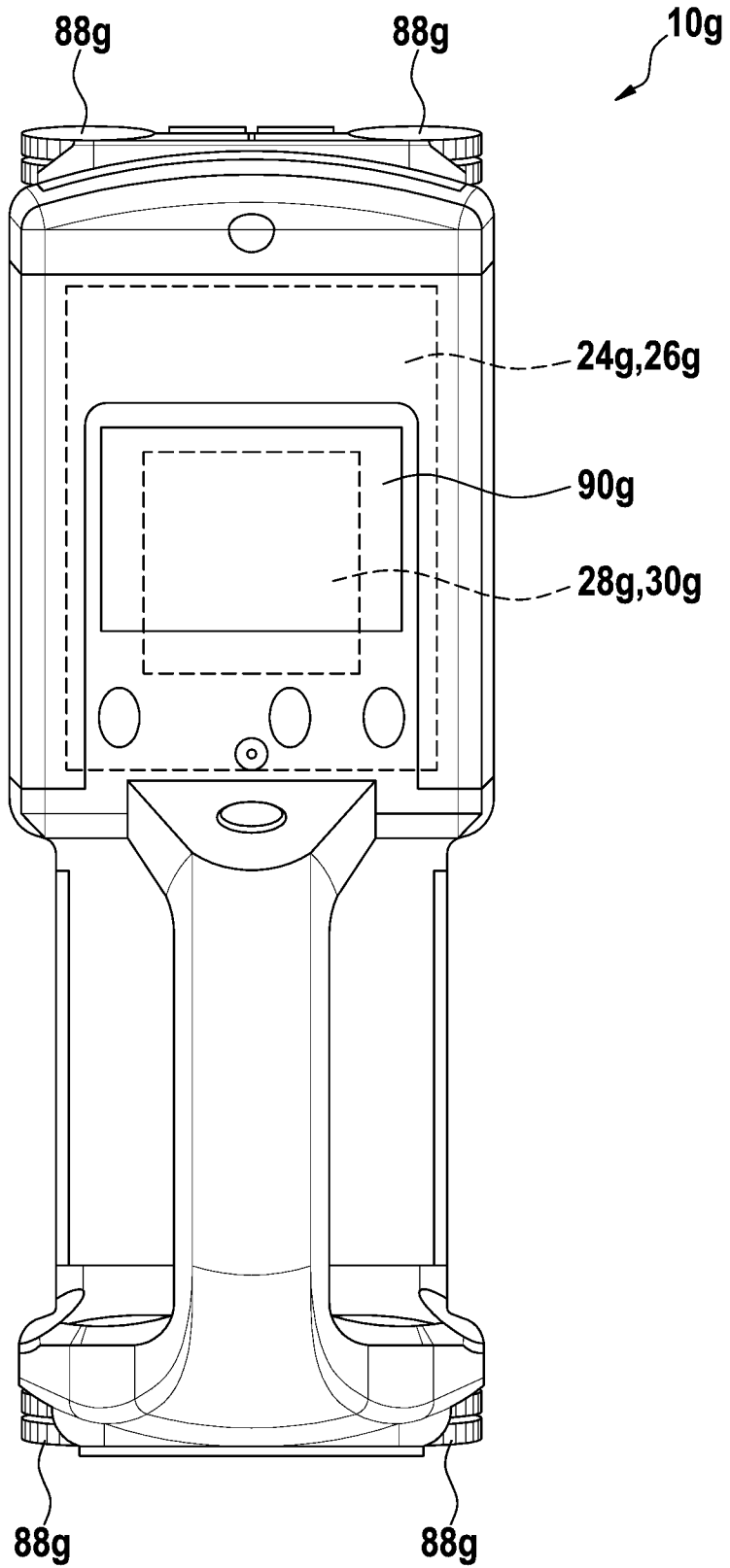


Fig. 6