

5 Beschreibung

Titel

Objektfinder

10 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung eines Objekts. Insbesondere betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zur Erfassung des Objekts auf der Basis dessen magnetischen oder elektrischen Eigenschaften.

Stand der Technik

15

Zur Erfassung eines in einer Wand verborgenen Objekts sind unterschiedliche Suchgeräte bekannt. Um ein metallisches Objekt zu erfassen, etwa ein kupfernes Wasserrohr, kann ein magnetisches Feld erzeugt und überprüft werden, ob das Objekt das magnetische Feld beeinflusst. Ein nichtmetallisches Objekt, wie etwa
20 ein Holzbalken, kann anhand seiner dielektrischen Eigenschaften kapazitiv detektiert werden. Dazu kann ein elektrisches Feld erzeugt und überprüft werden, ob das Objekt das elektrische Feld beeinflusst. In beiden Fällen wird das Objekt erfasst, wenn die Beeinflussung des Feldes ein vorbestimmtes Maß übersteigt.

25

Handelt es sich bei dem Objekt um einen stromdurchflossenen Leiter, so kann das Objekt auch auf der Basis seines elektromagnetischen Feldes erfasst werden. Beispielsweise kann eine übliche Wechselspannungsleitung anhand des sie umgebenden elektromagnetischen Wechselfelds von 50 bzw. 60 Hz detektiert werden.

30

WO 2010/133328 A1 zeigt einen Metalldetektor nach dem induktiven Messverfahren, der zwei Sendespulen und eine Empfangsspule umfasst. Die Sendespulen werden derart angesteuert, dass ihre Einflüsse auf die Empfangsspule gleich sind. Wird eines der magnetischen Felder der Sendespulen durch ein Objekt beeinflusst, so verändert sich die Ansteuerung der Sendespulen, so dass das Objekt auf der Basis eines Steuersignals für die Sendespulen erfasst werden kann.
35

Um das magnetische Messprinzip mit dem kapazitiven alternierend oder gleichzeitig durchzuführen, und so das Objekt auf der Basis entweder seiner magnetischen oder seiner dielektrischen Eigenschaften zu erfassen, werden die dafür erforderlichen Sensoren vorzugsweise so angeordnet, dass sich ihre Detektionsbereiche überlagern. Dabei ist darauf zu achten, dass die Sensoren einander gegenseitig nicht beeinflussen, um eine Erfassungsgenauigkeit nicht zu verringern.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Erfassung des Objekts anzugeben, die eine kompakte Bauweise der einzelnen Sensoren erlaubt. Die Erfindung löst dieses Problem mittels einer Vorrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs. Unteransprüche geben bevorzugte Ausführungsformen wieder.

Offenbarung der Erfindung

Eine Vorrichtung zur Erfassung eines Objekts umfasst eine erste Spule zur Erzeugung eines magnetischen Feldes im Bereich der Spule, eine erste Elektrode zur Erzeugung eines elektrischen Feldes im Bereich der ersten Elektrode und eine Auswerteeinrichtung zur Erfassung des Objekts auf der Basis einer Beeinflussung des magnetischen Feldes oder des elektrischen Feldes. Dabei ist eine Trenneinrichtung zum Unterbinden eines Stromflusses durch die Spule vorgesehen, um als erste Elektrode die erste Spule zu nutzen.

Erfassungsbereiche der Spule und der Elektrode können dadurch in verbesserter Weise übereinanderliegen. Betrachtet man als Sensormitte denjenigen geometrischen Ort, an dem ein Sensor ein maximales Signal liefert, so können die Sensormitten der Spule und der Elektrode verbessert übereinanderliegen. Dadurch kann das Objekt mit verbesserter Auflösung erfasst bzw. lokalisiert werden. Auch kann eine Klassifizierbarkeit des Objekts anhand seiner dielektrischen bzw. magnetischen Eigenschaften verbessert sein. Eine für die Sensoren erforderliche Fläche kann verringert sein. Dadurch sind verringerte Herstellungskosten möglich.

Die Vorrichtung kann in unterschiedlichen Ausführungsformen auch mit mehreren Spulen verwendet werden. In einer Ausführungsform umfasst die Vorrichtung

5 ferner eine weitere erste Spule zur Erzeugung eines weiteren magnetischen Feldes im Bereich der weiteren ersten Spule, eine weitere erste Elektrode zur Erzeugung eines weiteren elektrischen Feldes im Bereich der weiteren ersten Elektrode und eine weitere Trenneinrichtung zum Unterbinden eines Stromflusses durch die weitere erste Spule, wobei als weitere erste Elektrode die weitere erste Spule genutzt wird.

10 Dadurch können die magnetischen und die dielektrischen Eigenschaften des Objekts mittels einer Gegentakt-Schaltung bestimmt werden, die mit den beiden Spulen verbunden ist, um eine magnetische bzw. kapazitive Messung durchzuführen.

15 In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Vorrichtung ferner eine zweite Spule zur Bestimmung des magnetischen Feldes.

Dabei kann die Vorrichtung ferner eine weitere erste Elektrode zur Erzeugung eines weiteren elektrischen Feldes im Bereich der weiteren ersten Elektrode umfassen, wobei als weitere erste Elektrode die zweite Spule genutzt wird.

20 In einer weiteren Ausführungsform umfasst die Vorrichtung ferner eine zweite Elektrode zur Bestimmung eines elektrischen Feldes.

25 In noch einer weiteren Ausführungsform umfasst die Vorrichtung neben der zweiten Spule und der zweiten Elektrode noch eine weitere Trenneinrichtung zum Unterbinden eines Stromflusses durch die zweite Spule, wobei als zweite Elektrode die zweite Spule genutzt wird.

30 Insbesondere bei Verwendung einer Gegentakt-Schaltung kann so eine Empfangsspule gleichzeitig oder alternierend als Elektrode für die kapazitive Erfassung des Objekts verwendet werden. Da der Strom durch die Empfangsspule zur Bestimmung des magnetischen Feldes weitaus geringer ist als der Strom durch die Spule zur Erzeugung des elektrischen Feldes, kann der Strom durch die Empfangsspule bereits als unterbunden gelten, wenn eine sehr hochohmige Messung, beispielsweise mittels eines Transistors, durchgeführt wird.

In einer bevorzugten Ausführungsform liegen die als Elektroden genutzten ersten und zweiten Spulen zur Erzeugung der elektrischen Felder in einer Ebene und eine weitere erste Spule zur Erzeugung eines magnetischen Feldes ist in einer parallelen Ebene angeordnet. Die parallele Ebene liegt vorzugsweise dem Objekt bezüglich der ersten Ebene gegenüber.

Durch die vertikale Anordnung der Sensorelemente können ein Bauraum eingespart und Sensormitten der Elektroden und der Spulen verbessert übereinander ausgerichtet sein.

Dabei ist in einer bevorzugten Ausführungsform eine Abschirmelektrode zwischen den Ebenen angeordnet. Das elektrische Feld kann so daran gehindert werden, durch die weitere Spule in der parallelen Ebene auf die zweite Elektrode kurzgeschlossen zu werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform umfasst die Abschirmelektrode eine Anzahl paralleler Leiterstücke, die elektrisch miteinander verbunden sein können. So kann die Abschirmelektrode einfach und mit geringem Materialeinsatz aufgebaut sein. Außerdem kann durch den Aufbau mittels Leiterstücken eine Beeinflussung des magnetischen Feldes durch die Abschirmelektrode verringert sein.

Bevorzugterweise liegt die Spule in einer Ebene, wobei die Spule als so genannte Printsple auf einer Leiterplatte ausgeführt sein kann. Herstellungskosten für die Spule können dadurch gering gehalten sein und eine Auswerteschaltung kann integriert mit der Spule aufgebaut sein.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform liegt die Spule zur Erzeugung des magnetischen Feldes in einer Ebene, wobei die zweite Elektrode in der gleichen Ebene außerhalb der Spule angeordnet ist und die technische Stromrichtung an der Spule von innen nach außen verläuft.

Dadurch kann erzielt werden, dass die Spule an ihren äußeren Windungen aufgrund eines Spannungsabfalls über den ohmschen Widerstand der Spule nur noch eine geringe kapazitive Grundkopplung zur zweiten Elektrode aufweist. Durch die verringerte Grundkopplung kann eine Empfindlichkeit der kapazitiven Erfassung des Objekts verbessert sein.

Insbesondere dann, wenn die Spule als Printspleule ausgeführt ist, ist es vorteilhaft, wenn der Abstand zwischen benachbarten Windungen nicht größer als die Breite einer Windung ist. Wird die Spule als Elektrode verwendet, ähnelt sie dadurch elektrisch besser einer Fläche. Die Bestimmung des Objekts auf kapazitivem Wege mittels der Elektroden kann dadurch verbessert sein.

In einer weiter bevorzugten Ausführungsform liegt die als Elektrode genutzte Spule zur Erzeugung des elektrischen Feldes in einer Ebene und ist von einer Guard-Elektrode umlaufen. In der Alternative mit zwei als Elektroden genutzten Spulen in einer Ebene zur Erzeugung von elektrischen Feldern kann die Guard-Elektrode auch beide Spulen umlaufen. In einer weiteren Ausführungsform kann auch jede der beiden als Elektroden genutzten Spulen von einer eigenen Guard-Elektrode umlaufen werden oder zumindest teilweise umlaufen werden.

Streukapazitäten, die die kapazitive Messung beeinflussen können, können dadurch gering gehalten sein.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Auswerteeinrichtung hochohmig mit der zweiten Elektrode verbunden, um das wechsellspannungsführende Objekt auf der Basis dessen elektrischen Feldes zu bestimmen.

Dadurch kann die zweite Elektrode für ein drittes Messprinzip verwendet werden, das über die beschriebene magnetische und kapazitive Bestimmung hinausgeht. Das Objekt kann dadurch verbessert erfasst bzw. geortet werden.

Ein erfindungsgemäßes Verfahren zur Erfassung eines Objekts umfasst Schritte des Bereitstellens eines Stromflusses durch eine erste Spule, um ein magnetisches Feld im Bereich der ersten Spule zu erzeugen, des Abtastens des magnetischen Feldes, des Erfassens des Objekts auf der Basis einer Beeinflussung des magnetischen Feldes, des Unterbindens des Stromflusses durch die erste Spule, um ein elektrisches Feld im Bereich der ersten Spule zu erzeugen, des Abtastens des elektrischen Feldes und des Erfassens des Objekts auf der Basis einer Beeinflussung des elektrischen Feldes.

So kann auf einfache und effiziente Weise das Objekt anhand seiner magnetischen und/oder dielektrischen Eigenschaften erfasst bzw. lokalisiert werden. Das Verfahren ist vielseitig nutzbar und kann insbesondere mittels der beschriebenen Vorrichtung durchgeführt werden. Dabei können Teile des Verfahrens als Computerprogrammprodukt beispielsweise auf einem programmierbaren Mikrocomputer ausführbar sein.

In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird das magnetische Feld abgetastet, während der Stromfluss durch die erste Spule bereitgestellt ist, und das elektrische Feld wird abgetastet, während der Stromfluss durch die erste Spule unterbunden ist. So kann die erste Spule nacheinander zur Erzeugung bzw. Abtastung eines magnetischen und zur Erzeugung bzw. Abtastung eines elektrischen Feldes genutzt werden.

Kurze Beschreibung der Figuren

Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die beigefügten Figuren genauer beschrieben, in denen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Vorrichtung zur Erfassung eines Objekts;
- Fig. 2 eine Anordnung von Spulen der Vorrichtung von Fig. 1 auf verschiedenen Ebenen;
- Fig. 3 zwei Spulen der Anordnung von Fig. 2 in einer Ebene mit einer zusätzlichen Abschirmung; und
- Figuren 4 bis 6 unterschiedliche Anordnungen von Elektroden und als Elektroden verwendbaren Spulen

darstellt.

Genaue Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer Vorrichtung 100 zur Erfassung eines Objekts 105. Die Vorrichtung 100 umfasst eine Ansteuerschaltung 110 und eine Sensoranordnung 115. Die Ansteuerschaltung 110 umfasst eine Gegentakt-

Schaltung 120, die mittels eines ersten Ausganges 125, eines zweiten Ausganges 130 und eines Eingangs 135 mit der Sensoranordnung 115 verbunden ist.

Die Gegentakt-Schaltung 120 umfasst einen Taktgenerator 140, der an zwei Ausgängen gegenphasige Wechsignale einer beliebigen Signalform, insbesondere der Sinusform, bereitstellt. Der eine Ausgang ist mittels eines ersten steuerbaren Verstärkers 142 mit dem ersten Ausgang 125, und der andere mittels eines zweiten steuerbaren Verstärkers 144 mit dem zweiten Ausgang 130 verbunden. Die beiden Verstärker 142, 144 sind dazu eingerichtet, an den Ausgängen 125 bzw. 130 jeweils ein Signal bereitzustellen, dessen Strom oder Spannung dem Signal am korrespondierenden Ausgang des Taktgenerators 140 entspricht.

Der Eingang 135 ist mit einem Eingangsverstärker 146 zur Verringerung der Eingangsimpedanz verbunden. Der Eingangsverstärker 146 greift das am Eingang 135 liegende Signal hochohmig ab, so dass die Messung des Potentials der Empfangselektrode 182 die elektrischen Verhältnisse an der Sensoranordnung 115 möglichst wenig beeinflusst. Ist die Eingangsimpedanz des Eingangsverstärkers 146 ausreichend hoch, so kann der Eingangsverstärker 146 als Trenneinrichtung aufgefasst werden, der einen Strom durch eine Empfangseinrichtung, insbesondere eine Empfangsspule zur Bestimmung eines magnetischen Feldes, unterbindet.

In einer Ausführungsform kann ein elektromagnetisches Wechselfeld, das vom wechspannungsführenden Objekt 105 generiert ist, durch die Empfangselektrode 182 und den Eingangsverstärker 146 erfasst werden. Vorzugsweise werden die ersten Spulen 174, 176 dabei nicht bestromt und der Ausgang des Eingangsverstärkers 146 wird mit einem Frequenzfilter im Bereich von ca. 50 - 60 Hz verbunden, um als Objekt ein Stromkabel einer üblichen Netzinstallation zu erfassen.

Mittels eines Synchrondemodulators 148 wird ein durch den Eingangsverstärker 146 bereitgestelltes Signal demoduliert. Die Demodulation erfolgt taktsynchron zu dem mittels des Taktgenerators 140 generierten Takt. Das Signal des Eingangsverstärkers 146 wird an einem der Ausgänge des Synchrondemodulators 148 weitergegeben, während einer der Ausgänge des Taktgenerators 140 aktiv

ist, und am anderen Ausgang des Synchrondemodulators 148, wenn der andere Ausgang des Taktgenerators 140 aktiv ist.

Die Signale an den beiden Ausgängen des Synchrondemodulators 148 werden
5 mittels eines Integrators 150 positiv bzw. negativ integriert. Der Integrator 150 basiert in der dargestellten, beispielhaften Ausführungsform auf einem Komparator 152 mit zwei Kondensatoren 160, 162 und zwei Widerständen 164 und 168. Der Ausgang des Integrators 150 wird an einer Schnittstelle 170 zur weiteren Verarbeitung bereitgestellt. Außerdem dient der Ausgang des Integrators 150 zur
10 Steuerung der beiden steuerbaren Verstärker 142 und 144, wobei ein Inverter 172 dafür sorgt, dass die Verstärkungsfaktoren der Verstärker 142, 144 gegenläufig auf das Signal am Ausgang des Integrators 150 reagieren. In einer weiteren Ausführungsform kann auch nur einer der Verstärker 142, 144 steuerbar sein.

In bekannter Weise können mit den Ausgängen 125, 130 Elektroden zur Erzeugung elektrischer Felder oder Spulen zur Erzeugung magnetischer Felder verbunden werden, deren Wirkung mittels eines geeigneten Abtastelements abgetastet und an den Eingang 135 geführt wird. Die Gegentakt-Schaltung 120 steuert dann ein relatives Gleichgewicht der elektrischen bzw. magnetischen Felder
20 bezüglich des Abtastelements. Wird das Gleichgewicht gestört, insbesondere indem das Objekt 105 eines der elektrischen bzw. magnetischen Felder stärker beeinflusst als das andere, so wird das relative Gleichgewicht mittels der Gegentakt-Schaltung 120 wiederhergestellt, wobei das an der Schnittstelle 170 anliegende Signal die geänderte Balancierung reflektiert. Anders ausgedrückt kann das Objekt 105 anhand seiner magnetischen bzw. dielektrischen Eigenschaften bestimmt werden, indem überprüft wird, ob sich das an der Schnittstelle 170 anliegende Signal von einem vorbestimmten Wert ausreichend unterscheidet.

Die dargestellte Sensoranordnung 115 ist dazu eingerichtet, sowohl die induktive als auch die kapazitive Messung zu unterstützen. Mit dem ersten Ausgang 125 ist eine erste Spule 174 zur Erzeugung eines magnetischen Feldes verbunden, wobei die erste Sendespule 174 vorzugsweise als Flachspule (Printspule) ausgeführt ist, deren Windungen in einer Ebene liegen. In korrespondierender Weise
35 ist der zweite Ausgang 130 mit dem inneren Ende einer weiteren ersten Spule 176 verbunden, deren äußeres Ende mittels eines zweiten Schalters 180 an

Masse geschaltet werden kann. Die ersten Spulen 174, 176 dienen als Sendespulen zur Generierung von sich überlagernden Magnetfeldern. Die Schalter 178, 180 dienen als Trenneinrichtungen zur Unterbindung eines Stroms durch die Spulen 176 bzw. 176 und können beispielsweise als Transistoren realisiert sein. Auch ein Filterelement (z.B. ein RC-Glied), das den Stromfluss für bestimmte Frequenzen erlaubt und für andere unterbindet kann als Trenneinrichtung verwendet werden.

Vorzugsweise weisen die ersten Spulen 174, 176 die dargestellten D-förmigen Querschnitte auf, wobei die geraden Abschnitte beider erster Spulen 174, 176 parallel zueinander verlaufen. In einer bevorzugten Ausführungsform liegen die restlichen Abschnitte der ersten Spulen 174, 176 auf gleichen Abständen zu einem gemeinsamen Mittelpunkt, so dass sich die ersten Spulen 174, 176 zu einer Kreisfläche ergänzen, von der D-förmige Mittenbereiche der ersten Spulen 174, 176 und ein durch den Mittelpunkt verlaufender Streifen nicht von den ersten Spulen 174, 176 bedeckt ist.

Eine Empfangsspule bzw. eine andere Einrichtung zur Bestimmung eines Magnetfelds im Bereich der sich überlagernden Magnetfelder der ersten Spulen 174 und 176 ist in Fig. 1 nicht dargestellt. Bei Verwendung einer Empfangsspule wird diese vorzugsweise mit beiden Enden mit dem Eingang 135 bzw. mit dem Eingangsverstärker 146 verbunden, wobei der Eingangsverstärker 146 eine differenzielle Messung durchführt. Während einer induktiven Bestimmung des Objekts 105 sind die Schalter 178, 180 geschlossen, um einen Stromfluss durch die ersten Spulen 174, 176 zu ermöglichen, der zur Generierung der Magnetfelder erforderlich ist.

Die technische Stromrichtung von den Verstärkern 125, 130 durch die ersten Spulen 174, 176 verläuft bevorzugterweise im Wicklungssinn von innen nach außen, so dass Abschnitte der Windungen der ersten Spulen 174 bzw. 176, die nahe an der Empfangselektrode 182 liegen, aufgrund des ohmschen Widerstands über die Windungen der einzelnen ersten Spulen 174, 176 nur noch eine relativ geringe Spannung bezüglich Masse aufweisen. Daraus resultiert eine relativ geringe kapazitive Grundkopplung zwischen der als kapazitive Elektrode verwendeten ersten Spule 174 bzw. 176 und der Empfangselektrode 182. Durch die geringe kapazitive Grundkopplung können eine induktive und eine kapazitive Mes-

sung an der Sensoranordnung 115 echt gleichzeitig oder in rascher Folge erfolgen.

Um eine kapazitive Bestimmung des Objekts 105 durchzuführen, werden die ersten Spulen 174, 176 als Elektroden verwendet, die sich überlagernde elektrische Felder generieren. Dazu werden die Schalter 178, 180 geöffnet, so dass ein Stromfluss durch die ersten Spulen 174, 176 unterbunden ist, obwohl die ersten Spulen 174, 176 durch die Verstärker 142, 144 mit Spannungen versorgt werden. Die einzelnen Windungen der ersten Spulen 174 bzw. 176 liegen vorzugsweise nahe aneinander, so dass die Flächen der ersten Spulen 174, 176 als flächige Elektroden angesehen werden können, die jeweils ein elektrisches Feld aufbauen, das mittels einer zwischen den ersten Spulen 174, 176 liegenden Empfangselektrode 182 abgetastet werden kann.

Die Empfangselektrode 182 zur Bestimmung des elektrischen Feldes im Bereich der Überlagerung ist mit dem Eingang 135 verbunden und erstreckt sich bevorzugterweise entlang der Richtung der zueinander parallelen Abschnitte der Windungen der ersten Spulen 174 und 176. In einer weiteren Ausführungsform ist zwischen der Empfangselektrode 182 und jeder der ersten Spulen 174, 176 jeweils eine Abschirmelektrode 184 angeordnet. Die Abschirmelektroden 184 sind mit Masse verbunden und dienen dazu, eine Grundkapazität zwischen der ersten Spule 174 bzw. 176 und der Empfangselektrode 182 gering zu halten. Geometrisch sind die Abschirmelektroden 184 vorzugsweise so geformt, dass sie in einer Ebene mit den ersten Spulen 174, 176 und der Empfangselektrode 182 liegen, so dass die Empfangselektrode 182 und die erste Spule 174 bzw. 176 einander bezüglich der jeweiligen Abschirmelektrode 184 gegenüberliegen.

In einer weiter bevorzugten Ausführungsform ist eine Guard-Elektrode 186 vorgesehen, welche die erste Spule 174 und, soweit vorhanden, die weitere erste Spule 176, die Empfangselektrode 182 und die Abschirmelektroden 184, in der Ebene, in der sie liegen, umläuft. Die Guard-Elektrode 186 dient dazu, Streukapazitäten in ihrem Inneren zu minimieren. Bevorzugterweise wird die Guard-Elektrode 186 auf das Potential der ersten Spule 174 nachgeführt. Es können auch getrennte Guard-Elektroden 186 für die ersten Spulen 174, 176 vorgesehen sein, wobei jede Guard-Elektrode auf das Potential der ihr zugeordneten ersten

Spule 174, 176 nachgeführt wird. Die ersten Spulen 174, 176 können auch nur teilweise von Guard-Elektroden umlaufen sein.

5 In einer Ausführungsform ist die Guard-Elektrode 186 mäanderförmig ausgebildet, indem sie eine Anzahl elektrisch miteinander verbundener Leiterstücke umfasst, die radial auf einen Mittelpunkt der Guard-Elektrode 186 weisen, der vorzugsweise im Bereich der Empfangselektrode 182 liegt.

10 In einer weiteren Ausführungsform kann die Sensoranordnung 115 entsprechend der oben beschriebenen Weise auch ohne Verwendung der Gegentakt-Schaltung 120 zur Erfassung des Objekts 105 auf magnetische oder kapazitive Weise verwendet werden. Dabei wird stets ein magnetisches Feld aufgebaut bzw. bestimmt, während die Schalter 178, 180 geschlossen sind, so dass ein Stromfluss durch die ersten Spulen 176, 178 ermöglicht ist, und ein elektrisches
15 Feld aufgebaut bzw. bestimmt, während die Schalter 178, 180 geöffnet sind, so dass der Stromfluss unterbunden ist. Eine Beeinflussung der magnetischen bzw. elektrischen Felder durch das Objekt 105 kann durch Messung des jeweiligen Feldes im Bereich der ersten Spulen 176, 178 oder durch Überwachung der elektrischen Parameter, etwa des Stroms, durch die Spulen 176, 178 detektiert
20 werden. In noch einer weiteren Ausführungsform kann dafür nur die erste Spule 176 verwendet werden, während die weitere erste Spule 178 entfällt.

25 Fig. 2 zeigt eine Anordnung 200 von Spulen der Vorrichtung 100 von Fig. 1 auf unterschiedlichen Ebenen. Die Darstellung 200 umfasst dabei die Spulen beider Ebenen.

Eine erste Spule 205 und eine weitere erste Spule 210 sind in einer unteren, dem Objekt 105 zugewandten Ebene angeordnet. Beide Spulen 205 und 210 sind D-förmig ausgeführt, wobei zueinander parallele Abschnitte der Spulen 205 und
30 210 parallel zu einer ersten Achse 215 verlaufen. Windungen 217 der Spulen 205, 210 liegen in der Ebene und Abstände 219, die jeweils zwischen benachbarten Windungen 217 eingeschlossen sind, sind möglichst schmal, bevorzugterweise schmaler als die Windungen 217. Die Spule 205 kann insbesondere als erste Spule 174 an der Vorrichtung 100 von Fig. 1 betrieben werden.
35

In einer zweiten, oberen Ebene, die zur ersten Ebene parallel ist, sind eine dritte Spule 220 und eine vierte Spule 225 angeordnet, die entsprechend den Spulen 205, 210 ausgeformt und bezüglich einer zweiten Achse 230 ausgerichtet sind. In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Spulen 205, 210, 220 und 225 auf unterschiedlichen Ebenen (Layer) einer gedruckten Schaltung ausgebildet. Die Spule 220 kann insbesondere als weitere erste Spule 176 an der Vorrichtung 100 von Fig. 1 betrieben werden.

Die Spulen 210 und 225 können dazu verwendet werden, die Magnetfelder zu detektieren, die durch die Spulen 205 und 220 erzeugt wurden. Dazu können die Spulen 210 und 225 elektrisch miteinander verbunden sein.

In anderen Ausführungsformen können die Spulen 210, 225, die zur Bestimmung des durch die anderen beiden Spulen 205 und 220 bestimmten Magnetfelds vorgesehen sind, auch anders ausgeführt sein. Beispielsweise können die Spulen 220, 225 in der parallelen Ebene bezüglich der Spulen 205 und 210 verschoben und/oder verdreht sein.

Es ist nicht unbedingt erforderlich, die Spulen 210, 225 zur Bestimmung der durch die Spulen 205, 220 erzeugten Magnetfelder zu verwenden, in einer anderen Ausführungsform kann auch eine andere Vorrichtung dazu eingesetzt werden, beispielsweise ein Hall-Sensor oder ein AMR-Sensor.

Fig. 3 zeigt die Spulen 205 und 210, zusammen mit den zwischen ihnen liegenden Strukturen der Empfangselektrode 182 und den Abschirmelektroden 184, in Verbindung mit einer Abschirmung 305. Die Abschirmung 305 verläuft vorzugsweise in einer Ebene, die zwischen den Ebenen der Spulen 205, 210 bzw. 220, 225 liegt.

Die Abschirmung 305 ist mäanderförmig ausgebildet und umfasst eine Vielzahl gerader Leiterstücke 310, die vorzugsweise parallel zur ersten Achse 215 verlaufen. Dabei ist ein Bereich zwischen den Spulen 205 und 210 nicht durch Leiterstücke 310 abgedeckt. Die Leiterstücke 310, die jeweils einer der Spulen 205 oder 210 zugeordnet sind, sind elektrisch miteinander verbunden. Die Abschirmung 305 wird mit Masse verbunden, um elektrische Felder in vertikaler Richtung, also senkrecht zu den Ebenen, in denen die Spulen 205 und 210 liegen,

abzuschirmen. In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Abschirmung 305 in einer separaten Ebene einer Mehrschichten-Leiterplatte (Multilayer-Platine) angebracht und in vertikaler Richtung entsprechend durchkontaktiert.

5 Bevorzugterweise sind die Spulen 220 und 225 aus Fig. 2 mittels einer separaten Abschirmung 305, mit Leiterstücken 310, die parallel zur zweiten Achse 230 verlaufen, erneut abgeschirmt. Beide Abschirmungen 305 verlaufen vorzugsweise zwischen den Ebenen, in denen das Spulenpaar 205, 210 bzw. 220, 225 angeordnet ist. Die Abschirmungen 305 können elektrisch miteinander verbunden
10 sein, etwa mittels einer Durchkontaktierung.

Figuren 4 bis 6 zeigen Anordnungen von Elektroden und als Elektroden verwendbare Spulen der Sensoranordnung 115 aus Fig. 1 mit Bezug auf die Spulen der Figuren 2 und 3.

15 In der in Fig. 4 dargestellten Anordnung sind die erste Spule 174, die Abschirmelektrode 184 und die Empfangselektrode 182 in einer Ebene angeordnet. Die erste Spule 174 ist als Elektrode verwendbar, um ein elektrisches Feld zur Empfangselektrode 184 aufzubauen. Von den Feldlinien 405, die von der ersten Spule 174 ausgehen, verlaufen einige flach zur Abschirmelektrode 184, während andere in relativ hohem Bogen zur Empfangselektrode 182 verlaufen. Das Feld zwischen der ersten Spule 174 und der Empfangselektrode 182 kann nur dann durch das Objekt 105 beeinflusst werden, wenn dieses die zwischen diesen beiden Elementen verlaufende Feldlinie 405 schneidet. Feldlinien 405, die relativ
20 nahe an der Ebene verlaufen, in der die Elemente 174, 184 und 182 angeordnet sind, können nicht durch das Objekt 105 verlaufen, da das Objekt 105 in vertikaler Richtung zu weit entfernt ist. Diese Feldlinien 405 enden an der Abschirmelektrode 184, so dass die Grundkapazität zwischen der ersten Spule 174 und der Empfangselektrode 182 verringert ist. Ein dynamischer Messbereich zur Bestimmung des Objekts 105 kann dadurch vergrößert sein.
25
30

Fig. 5 zeigt eine ähnliche Anordnung wie Fig. 4, die jedoch entsprechend der Darstellung von Fig. 1 symmetrisch aufgebaut ist. Zu beiden Seiten der Empfangselektrode 182 befinden sich Abschirmelektroden 184, jenseits derer die ersten Spulen 174 bzw. 176 angeordnet sind, die als Elektroden verwendbar sind.
35

Fig. 6 zeigt noch eine weitere Anordnung entsprechend der von Fig. 4, wobei die Empfangselektrode 182 ebenfalls durch eine Spule gebildet ist, beispielsweise durch eine oder beide der Spulen 220, 225 aus Fig. 2.

- 5 Auf die gezeigte Weise kann eine Spule, insbesondere eine flache Spule, als Elektrode für eine kapazitive Bestimmung des Objekts 105 verwendet werden. Diese Verwendung kann insbesondere vorteilhaft in Verbindung mit der Gegentakt-Schaltung 120 aus Fig. 1 gelingen. Die Sensoranordnung 115 der Figuren 1 bis 6 bzw. ihre Kombinationen können jedoch auch mit einer anderen Schaltung
10 kombiniert werden, um das Objekt 105 wahlweise kapazitiv oder induktiv zu erfassen.

5 Ansprüche

1. Vorrichtung (100) zur Erfassung eines Objekts (105), umfassend
 - eine erste Spule (174) zur Erzeugung eines magnetischen Feldes im Bereich der ersten Spule (174);
 - 10 - eine erste Elektrode (174) zur Erzeugung eines elektrischen Feldes im Bereich der ersten Elektrode (174);
 - eine Auswerteeinrichtung (120) zur Erfassung des Objekts (105) auf der Basis einer Beeinflussung des magnetischen Feldes oder des elektrischen Feldes,
 - 15 gekennzeichnet durch
 - eine Trenneinrichtung (178) zum Unterbinden eines Stromflusses durch die erste Spule (174), wobei als erste Elektrode die erste Spule (174) genutzt wird.
- 20 2. Vorrichtung (100) nach Anspruch 1, ferner umfassend:
 - eine weitere erste Spule (176) zur Erzeugung eines weiteren magnetischen Feldes im Bereich der weiteren ersten Spule (176);
 - eine weitere erste Elektrode (176) zur Erzeugung eines weiteren elektrischen Feldes im Bereich der weiteren ersten Elektrode (176);
 - 25 - eine weitere Trenneinrichtung (180) zum Unterbinden eines Stromflusses durch die weitere erste Spule (176), wobei als weitere erste Elektrode (176) die weitere erste Spule (176) genutzt wird.
- 30 3. Vorrichtung (100) nach Anspruch 1 oder 2, ferner umfassend eine zweite Spule (210) zur Bestimmung des magnetischen Feldes im Bereich wenigstens einer der ersten Spulen (174, 176).
- 35 4. Vorrichtung (100) nach Anspruch 3, ferner umfassend:
 - eine weitere erste Elektrode (210) zur Erzeugung eines weiteren elektrischen Feldes im Bereich der weiteren ersten Elektrode (210)
 - wobei als weitere erste Elektrode (210) die zweite Spule (210) genutzt wird.

5. Vorrichtung (100) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, ferner umfassend eine zweite Elektrode (182) zur Bestimmung des elektrischen Feldes im Bereich wenigstens einer der ersten Elektroden (174, 176).
- 5
6. Vorrichtung (100) nach Anspruch 3 und Anspruch 5, ferner umfassend:
- eine Trenneinrichtung zum Unterbinden eines Stromflusses durch die zweite Spule (210), wobei als zweite Elektrode (210) die zweite Spule (210) genutzt wird.
- 10
7. Vorrichtung (100) nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei die erste Spule (174) und die zweite Spule (210) in einer Ebene liegen und die weitere erste Spule (176) in einer parallelen Ebene angeordnet ist.
- 15
8. Vorrichtung (100) nach Anspruch 7, wobei zwischen den Ebenen eine Abschirmelektrode (305) angeordnet ist.
9. Vorrichtung (100) nach Anspruch 8, wobei die Abschirmelektrode (305) eine Anzahl paralleler Leiterstücke (310) umfasst.
- 20
10. Vorrichtung (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Spule (174) zur Erzeugung des magnetischen Feldes in einer Ebene liegt, die zweite Elektrode (178) in der gleichen Ebene außerhalb der Spule angeordnet ist und die technische Stromrichtung an der Spule (174) von innen nach außen verläuft.
- 25
11. Vorrichtung (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Spule (174) in einer Ebene liegt und der Abstand (219) zwischen benachbarten Windungen (217) nicht größer als die Breite einer Windung (217) ist.
- 30
12. Vorrichtung (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Elektrode (174) zur Erzeugung des elektrischen Feldes in einer Ebene liegt und von einer Guard-Elektrode (186) umlaufen ist.
- 35
13. Vorrichtung (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Auswerteeinrichtung (146) hochohmig mit der zweiten Elektrode verbunden

ist, um das wechsellspannungsführende Objekt (105) auf der Basis dessen elektrischen Feldes zu bestimmen.

14. Verfahren zur Erfassung eines Objekts (105), folgende Schritte umfassend:

- 5 - Bereitstellen eines Stromflusses durch eine erste Spule (174), um ein magnetisches Feld im Bereich der ersten Spule (174) zu erzeugen;
- Abtasten des magnetischen Feldes;
- Erfassen des Objekts (105) auf der Basis einer Beeinflussung des magnetischen Feldes;
- 10 - Unterbinden des Stromflusses durch die erste Spule (174), um ein elektrisches Feld im Bereich der ersten Spule (174) zu erzeugen;
- Abtasten des elektrischen Feldes;
- Erfassen des Objekts (105) auf der Basis einer Beeinflussung des elektrischen Feldes.

15

15. Verfahren nach Anspruch 14, wobei das magnetische Feld abgetastet wird, während der Stromfluss durch die erste Spule (174) bereitgestellt ist, und das elektrische Feld abgetastet wird, während der Stromfluss durch die erste Spule (174) unterbunden ist.

20

1 / 4

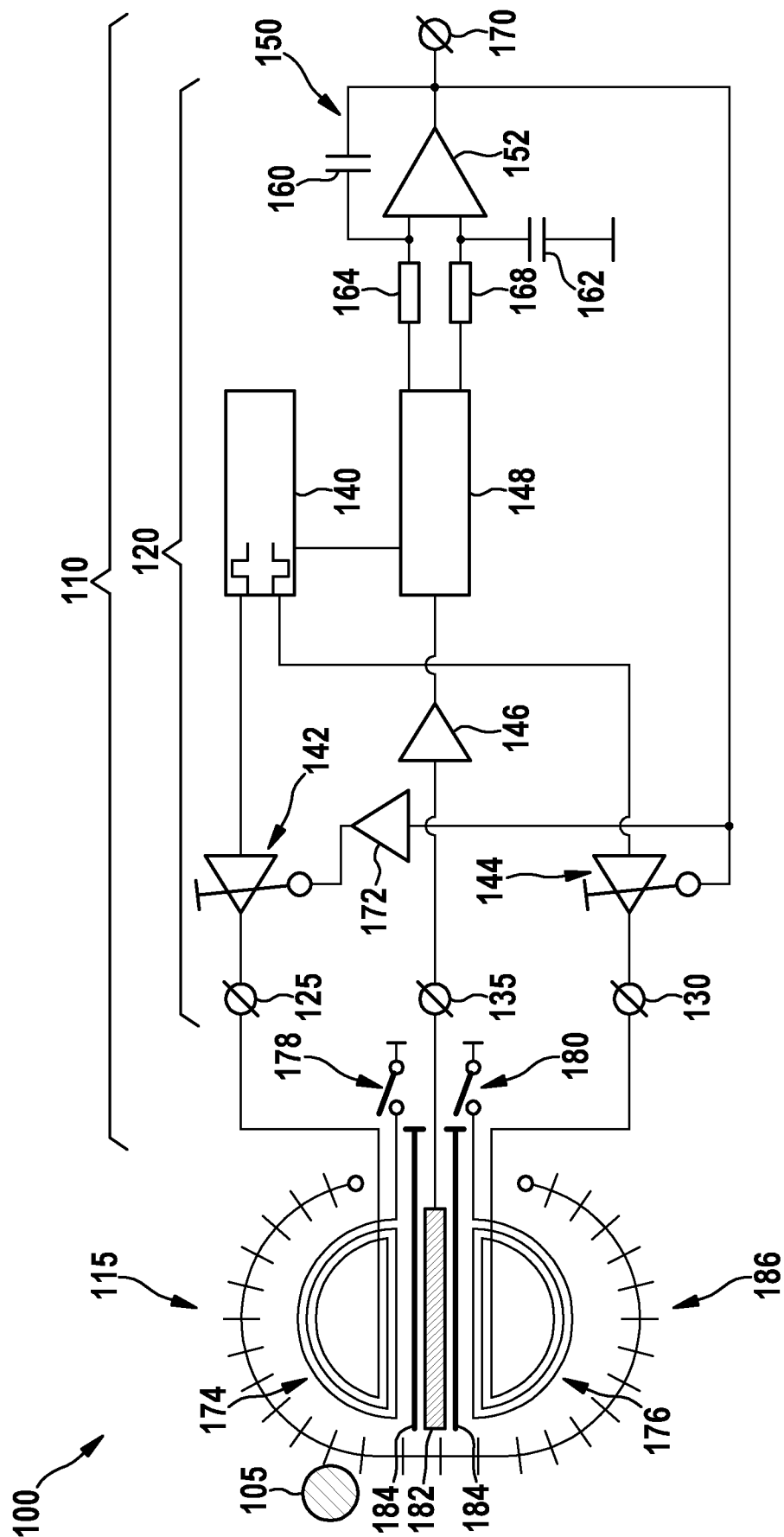


Fig. 1

2 / 4

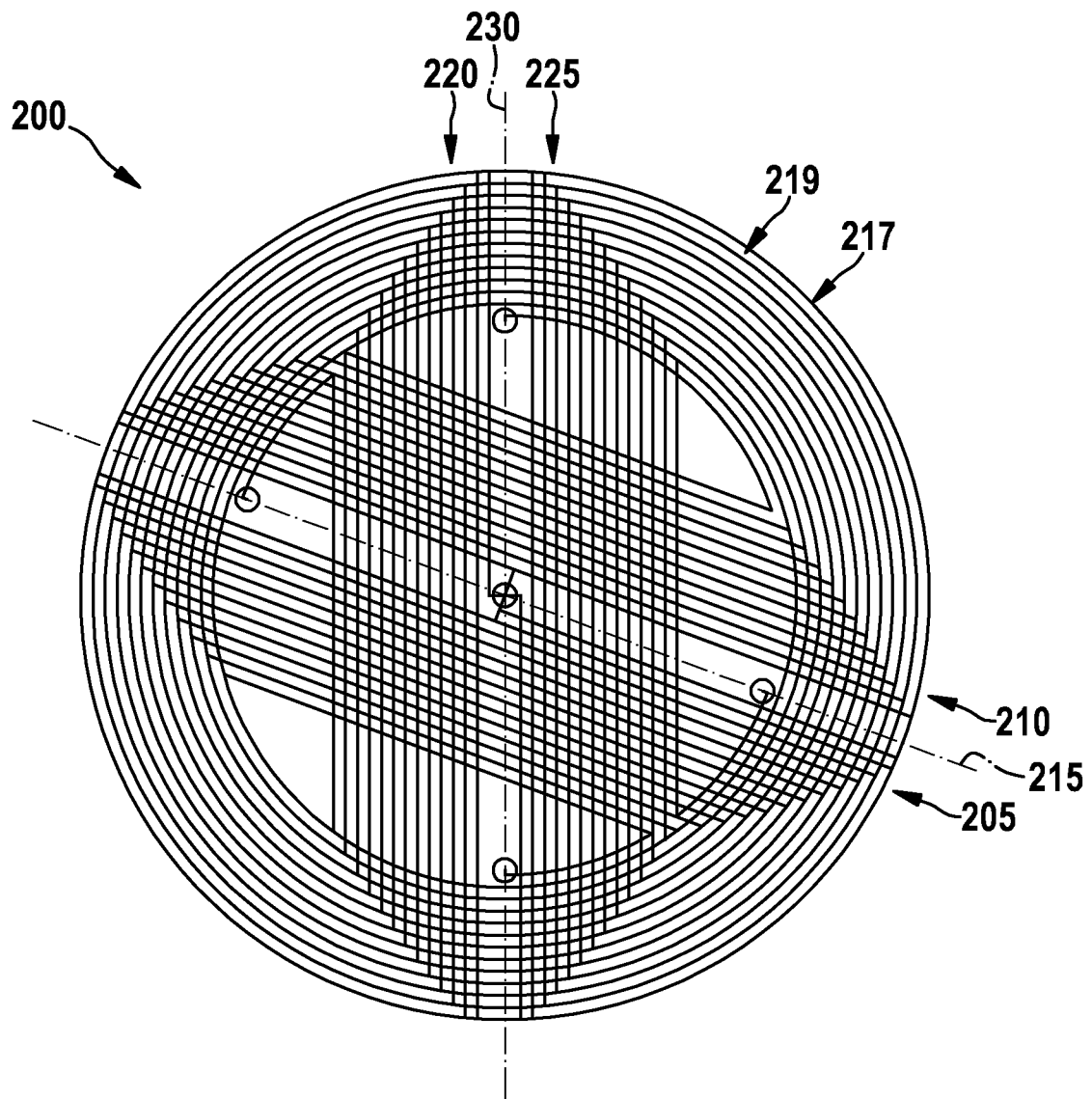


Fig. 2

3 / 4

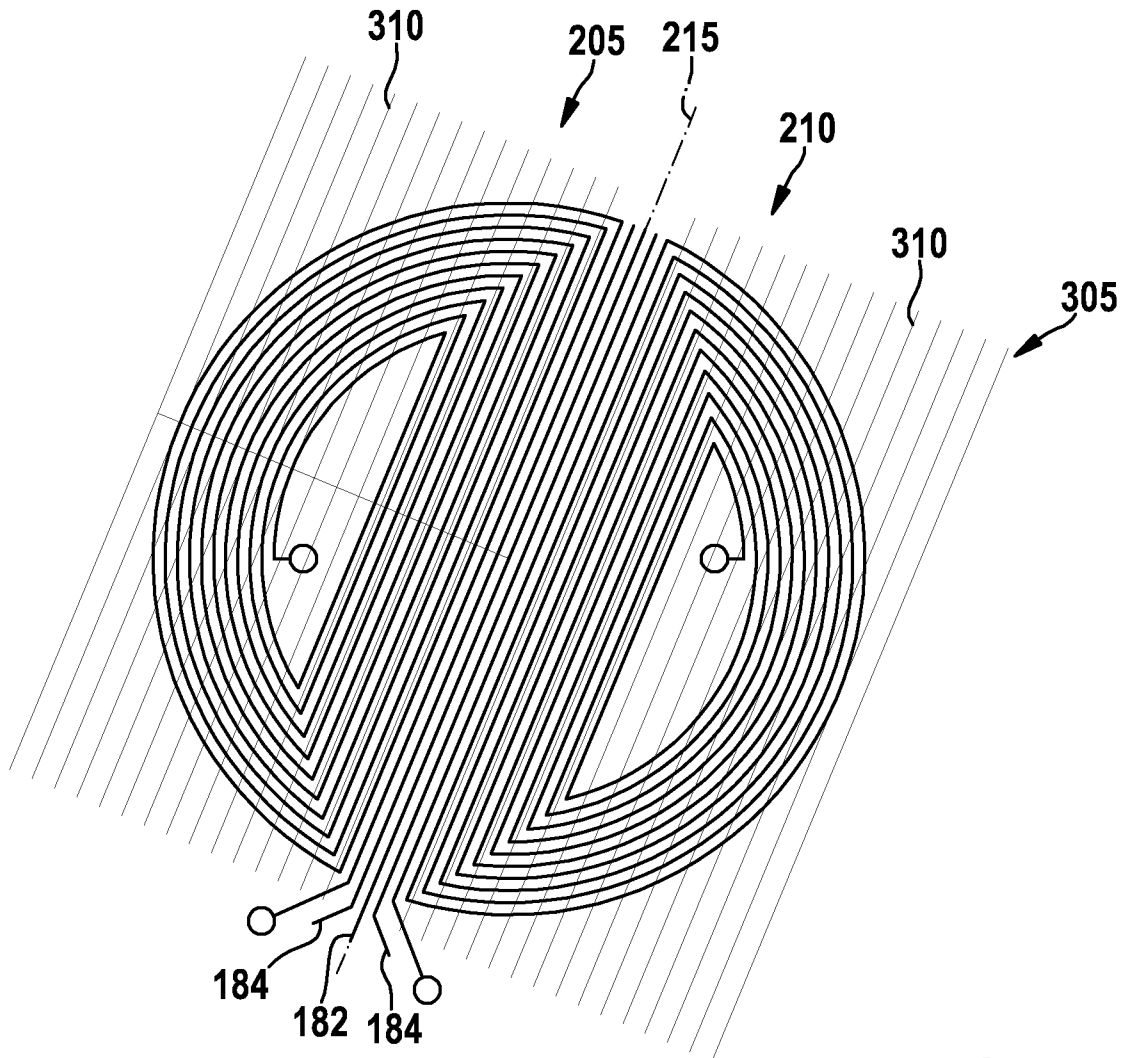


Fig. 3

4 / 4

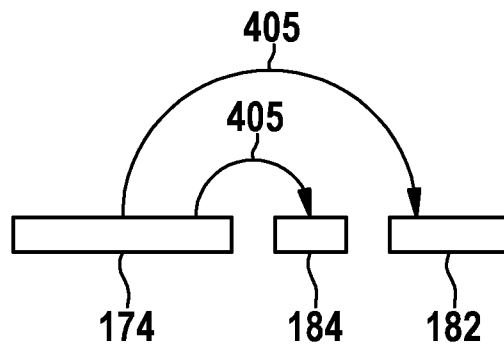


Fig. 4

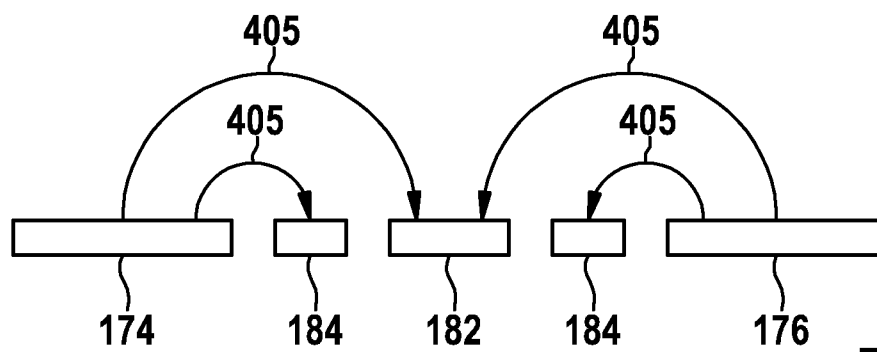


Fig. 5

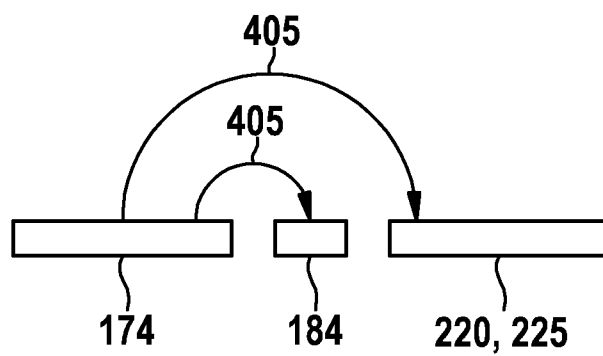


Fig. 6