



(10) **DE 10 2014 011 037 A1** 2016.01.28

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2014 011 037.0**

(22) Anmeldetag: **23.07.2014**

(43) Offenlegungstag: **28.01.2016**

(51) Int Cl.: **H03K 17/955 (2006.01)**

H03K 17/975 (2006.01)

G01D 5/24 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Brose Fahrzeugteile GmbH & Co.
Kommanditgesellschaft, Hallstadt, 96103
Hallstadt, DE**

(72) Erfinder:
**Pohl, Florian, 96237 Ebersdorf, DE; Weingärtner,
Thomas, 96117 Memmelsdorf, DE; Krüger, Harald,
96047 Bamberg, DE**

(74) Vertreter:
**FDST Patentanwälte Freier Dörr Stammler
Tschirwitz Partnerschaft mbB, 90411 Nürnberg,
DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

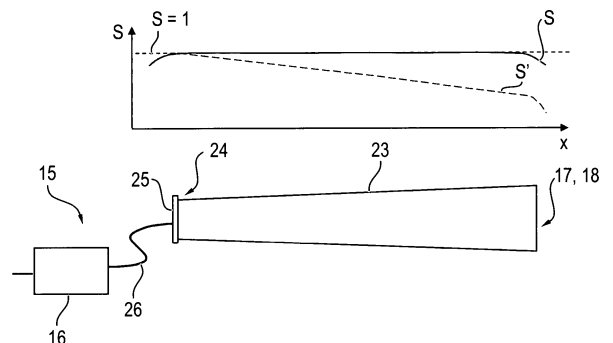
**DE 10 2011 111 208 A1
DE 600 06 824 T2**

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Sensorelektrode für einen kapazitiven Näherungssensor**

(57) Zusammenfassung: Es werden ein kapazitiver Näherungssensor (15) und eine Sensorelektrode (17, 18) für einen solchen angegeben. Die Sensorelektrode (17, 18) umfasst einen langgestreckten, flächigen Elektrodenleiter (23) aus elektrisch leitfähigem Kunststoffmaterial. Zur vollständigen oder partiellen Kompensation des durch den spezifischen ohmschen Widerstand des elektrisch leitfähigen Kunststoffmaterials bedingten, längenabhängigen Sensitivitätsverlusts der Sensorelektrode (17, 18) sind hierbei der Flächeninhalt des Leiterquerschnitts des Elektrodenleiters (23) in Längsrichtung des Elektrodenleiters (23) variiert und/oder der Elektrodenleiter (12) an mehreren voneinander beabstandeten Kontaktpunkten (25, 28, 31, 32) mit einer metallischen Zuleitung (26, 29) kontaktiert.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Sensorelektrode für einen kapazitiven Näherungssensor, insbesondere zum Einsatz in einem Kraftfahrzeug. Sie bezieht sich des Weiteren auf einen kapazitiven Näherungssensor mit einer solchen Sensorelektrode.

[0002] Kapazitive Näherungssensoren werden in der Kraftfahrzeugtechnik häufig zur Detektion von Hindernissen im Stellweg von bewegbaren Kraftfahrzeugteilen eingesetzt, beispielsweise als Einklemmschutz bei einer motorischen Stellvorrichtung für eine Seitenscheibe, einer Heckklappe oder einem Cabriolet-Verdeck. Kapazitive Sensoren werden in der Kraftfahrzeugtechnik des Weiteren zur Erkennung von Stellbefehlen eingesetzt, die ein Fahrzeugnutzer berührungslos mittels einer Hand- oder Fußbewegung gibt.

[0003] So ist beispielsweise aus DE 10 2010 049 400 A1 ein kapazitiver Näherungssensor bekannt, mittels dessen berührungslos ein Öffnungsbefehl zur automatischen Öffnung einer Heckklappe erkannt wird. Der Näherungssensor umfasst hierbei zwei langgestreckte Sensorelektroden, die übereinander jeweils in Fahrzeugquerrichtung an dem hinteren Stoßfänger des Kraftfahrzeugs angebracht sind. Der Fahrzeugnutzer gibt den Öffnungsbefehl, indem er mit einem Fuß eine Kickbewegung unter den hinteren Stoßfänger vollführt.

[0004] Herkömmlicherweise werden als Sensorelektroden für kapazitive Näherungssensoren der vorstehend beschriebenen Art entweder Flachleiter oder Rundleiter verwendet. So sind beispielsweise bei dem aus DE 10 2010 049 400 A1 bekannten Näherungssensor die obere Sensorelektrode als Flachleiter und die untere Sensorelektrode als Rundleiter ausgebildet. In beiden Fällen ist der eigentliche Elektrodenleiter der jeweiligen Sensorelektrode üblicherweise aus Metall, insbesondere Kupfer gebildet.

[0005] Aus EP 2 159 917 A1 ist andererseits ein kapazitiver Näherungssensor bekannt, dessen Sensorelektroden aus elektrisch leitfähigem Kunststoff gebildet sind. Solche Kunststoffeigenschaften zeichnen sich durch geringes Gewicht und rationelle Herstellbarkeit aus und sind daher von erheblichem Vorteil gegenüber herkömmlichen Sensorelektroden mit metallischem Elektrodenleiter. Zudem lassen sich Kunststoffeigenschaften fertigungstechnisch einfach in aus Kunststoff bestehende Fahrzeugteile wie z. B. Stoßfänger integrieren, wodurch der Montageaufwand für den zugehörigen Sensor reduziert werden kann und eine hohe Ausfallsicherheit erreicht wird. Insbesondere können eine Fehlmontage der Sensorelektroden sowie eine fehlerhafte Ablösung der Sensorelektroden von dem Fahrzeugteil nahezu ausgeschlossen werden.

[0006] Allerdings weisen Kunststoffeigenschaften, im Gegensatz zu entsprechenden Metalleigenschaften, typischerweise eine Sensitivität auf, die merklich über die Länge der Sensorelektrode abnimmt. Vergleichbare Annäherungen eines Gegenstandes (insbesondere eines Körperteils) an die Sensorelektrode werden von dem kapazitiven Sensor somit unterschiedlich stark detektiert, je nachdem ob der Gegenstand nahe der Anschlussseite oder fern der Anschlussseite an die Sensorelektrode angenähert wird. In einigen Anwendungsfällen eines kapazitiven Sensors kann dieser längenabhängige Sensitivitätsverlust der Sensorelektrode erwünscht sein und – wie beispielsweise in EP 2 689 976 A1 und DE 10 2011 112 274 A1 beschrieben ist – gezielt zur Bestimmung der Längsposition der Annäherung ausgenutzt werden.

[0007] In den meisten Anwendungsfällen ist der längenabhängige Sensitivitätsverlust der Sensorelektrode aber unerwünscht, da er das Risiko von Detektionsfehlern des Näherungssensors erhöht. In diesen Anwendungsfällen können Kunststoffeigenschaften oft nicht eingesetzt werden.

[0008] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine leicht und rationell herstellbare, gleichzeitig aber effektive Sensorelektrode sowie einen zugehörigen kapazitiven Sensor anzugeben.

[0009] Bezüglich einer Sensorelektrode für einen kapazitiven Näherungssensor wird diese Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 1. Bezüglich eines mindestens eine solche Sensorelektrode umfassenden kapazitiven Näherungssensors wird die Aufgabe erfindungsgemäß gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 7. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterentwicklungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung dargelegt.

[0010] Die Sensorelektrode weist einen langgestreckten, flächigen Elektrodenleiter aus elektrisch leitfähigem Kunststoffmaterial auf. Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung ist der Flächeninhalt des Leiterquerschnitts des Elektrodenleiters in Längsrichtung des Elektrodenleiters variiert, sodass der durch den spezifischen (ohmschen) Widerstand des elektrisch leitfähigen Kunststoffs bedingte längenabhängige Sensitivitätsverlust der Sensorelektrode vollständig oder teilweise kompensiert ist. Gemäß einem zweiten Aspekt der Erfindung ist zu demselben Zweck und mit derselben Wirkung der Elektrodenleiter an mehreren voneinander beabstandeten Kontaktpunkten mit einer metallischen Zuleitung kontaktiert. Die beiden Erfindungsaspekte können hierbei im Rahmen der Erfindung einzeln, aber auch in Kombination miteinander zur Anwendung kommen.

[0011] Die längenabhängige Sensitivität ist hierbei beispielsweise durch die mittels der Sensorelektrode

gemessene Signalstärke des Sensorsignals charakterisiert, die durch einen an einer bestimmten Längsposition der Sensorelektrode in einem bestimmten Abstand angenäherten, bestimmten Gegenstand hervorgerufen wird. Zweckmäßigerweise wird diese Sensitivität normiert, indem sie im Verhältnis zu der maximalen Signalstärke angegeben wird, die ein vergleichbares Annäherungsereignis (also die Annäherung desselben Gegenstands in demselben Abstand) an beliebiger Längsposition der Sensorelektrode hervorruft. Bei dem vorstehend erwähnten Gegenstand kann es sich hierbei wiederum auch um ein Körperteil handeln.

[0012] Beiden Aspekten der Erfindung liegt der gemeinsame Gedanke zugrunde, dass die vorteilhafte Verwendung von elektrisch leitfähigem Kunststoff für den Elektrodenleiter der Sensorelektrode ohne die bisherigen Einschränkungen möglich wird, wenn es gelingt, die mit diesem Material verbundenen Nachteile auszugleichen. Erkanntermaßen sind die Nachteile von Kunststoffe Elektroden durch den vergleichsweise hohen spezifischen Widerstand des Kunststoffmaterials bedingt. Der messbare ohmsche Widerstand der Sensorelektrode ist aber mit dem spezifischen Widerstand des Kunststoffmaterials einerseits über die Länge des innerhalb des Elektrodenleiters gebildeten Strompfads zwischen einer betrachteten Längsposition des Sensorelektrode und der Anschlussseite des Sensorelektrode, und andererseits über den Leiterquerschnitt des Elektrodenleiters korreliert. Der messbare ohmsche Widerstand der Sensorelektrode ist dabei umso größer, je länger der Strompfad und je kleiner der Leiterquerschnitt ist. Hierauf wiederum beruht die Erkenntnis, dass der negative Einfluss des hohen spezifischen Widerstands einerseits durch gezielte Verkürzung der Strompfade innerhalb des Elektrodenleiters, und andererseits durch Beeinflussung des Leiterquerschnitts kompensiert werden kann. Des Weiteren wird die Sensitivität der Sensorelektrode auch durch die Größe ihrer Oberfläche beeinflusst, so dass der negative Einfluss des hohen spezifischen Widerstands erkanntermaßen auch durch Variation dieser Oberfläche variiert werden kann.

[0013] Vorzugsweise ist der Elektrodenleiter dabei derart gestaltet, dass der Flächeninhalt seines Leiterquerschnitts mit zunehmendem Abstand zu dem nächstliegenden Kontaktpunkt zunimmt. Als Kontaktpunkt des Elektrodenleiters wird der oder jeder Punkt bezeichnet, an dem der Elektrodenleiter mit einer metallischen Zuleitung kontaktiert ist. Sofern die Sensorelektrode lediglich einen Kontaktpunkt aufweist, ist dieser Kontaktpunkt auch stets der nächstliegende Kontaktpunkt.

[0014] Der Flächeninhalt des Leiterquerschnitts wird vorzugsweise dadurch gesteigert, dass die Breite des

Elektrodenleiters mit zunehmendem Abstand zu dem nächstliegenden Kontaktpunkt erhöht wird.

[0015] Der Elektrodenleiter bildet in einer zweckmäßigen Ausgestaltung eine lückenlos zusammenhängende Fläche. In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung kann der Elektrodenleiter aber auch derart gestaltet sein, dass er Löcher oder Einschnitte aufweist. Insbesondere kann der Elektrodenleiter im Rahmen der Erfindung durch eine netzartige Leiterstruktur gebildet sein. In diesen Fällen wird der Flächeninhalt des Leiterquerschnitts optional dadurch gesteigert, dass die Löcher oder Einschnitte mit zunehmendem Abstand zu dem nächstliegenden Kontaktpunkt mit abnehmender Größe und/oder Dichte ausgebildet bzw. angeordnet sind.

[0016] Zur Verkürzung der Strompfade innerhalb des Elektrodenleiters weist dieser in einer zweckmäßigen Ausführungsform an beiden Längsenden jeweils einen Kontaktpunkt auf. Der Elektrodenleiter ist also bei beiden Längsenden kontaktiert. Die beiden Kontaktpunkte sind hierbei zweckmäßigerweise mittels zweier separater metallischer Zuleitungen kontaktiert. Die separaten Zuleitungen können hierdurch nicht nur zur Signalübertragung auf die Sensorelektrode genutzt werden, sondern auch – im Rahmen einer Diagnosefunktion – zur Prüfung der elektrischen Durchgängigkeit des über die Zuleitungen und die gesamte Länge der Sensorelektrode gebildeten Strompfads. Hierdurch können Leitungsbrüche oder sonstige Kontaktfehler erkannt werden.

[0017] Zusätzlich oder alternativ ist dem Elektrodenleiter in vorteilhafter Ausführung der Erfindung eine metallische Zuleitung über zumindest einen Teil seiner Länge parallelgeführt. Diese Zuleitung ist hierbei an mindestens zwei voneinander beabstandeten Kontaktpunkten mit dem Elektrodenleiter kontaktiert.

[0018] Der erfindungsgemäße Näherungssensor umfasst eine elektronische Steuer- und Auswerteeinheit sowie mindestens eine damit verbundene Sensorelektrode der vorstehend beschriebenen Art. Die Steuer- und Auswerteeinheit ist insbesondere durch einen Mikrocontroller mit einem darin implementierten Steuer- und Auswerteprogramm (Firmware) gebildet. Sie kann alternativ aber auch durch einen nicht-programmierbaren Hardware-Schaltkreis, insbesondere eine ASIC gebildet sein.

[0019] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Darin zeigen:

[0020] Fig. 1 in einer grob schematischen Seitenansicht ein Heckteil eines Kraftfahrzeugs, das mit einem zwei langgestreckte Sensorelektroden aufweisenden, kapazitiven Näherungssensor zum berührungslosen Öffnen einer Heckklappe versehen ist, und

[0021] Fig. 2 in schematischer Darstellung den Näherungssensor gemäß Fig. 1 mit einer der beiden Sensorelektroden, ein zur Bestimmung der längenabhängigen Sensitivitätsverlusts in einem bestimmten Abstand an der Sensorelektrode entlanggeführter Gegenstand, sowie in einem schematischen Diagramm den Verlauf der längenabhängigen Sensitivität gegen eine Längsposition entlang der Sensorelektrode,

[0022] Fig. 3–Fig. 5 in Darstellung gemäß Fig. 2 den Näherungssensor mit verschiedenen weiteren Ausführungsformen der Sensorelektrode und den jeweils zugehörigen Verlauf der längenabhängigen Sensitivität.

[0023] Einander entsprechende Teile und Größen sind in allen Figuren stets mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0024] Fig. 1 zeigt ein Heck 1 eines Kraftfahrzeugs 2, das mit einer beweglichen Fahrzeugtür in Form einer Heckklappe 3 versehen ist. Die Heckklappe 3 ist schwenkbar um eine Oberkante 4 des Hecks 1 angelenkt. Durch Verschwenkung der Heckklappe 3 kann dieselbe entlang eines (in Fig. 1 durch einen Pfeil angedeuteten) Verstellwegs P reversibel zwischen einer Öffnungsstellung 5 und einer Schließstellung 6 bewegt werden. In der Öffnungsstellung 5 und der Schließstellung 6 ist die Heckklappe 3 jeweils mit gestrichelten Linien dargestellt. Mit durchgezogenen Linien ist die Heckklappe 3 in einer (willkürlich gewählten) Zwischenstellung 7 zwischen der Öffnungsstellung 5 und der Schließstellung 6 dargestellt.

[0025] Zur automatischen Verstellung der Heckklappe 3 ist das Kraftfahrzeug 2 mit einer Stellvorrichtung 10 ausgestattet. Die Stellvorrichtung 10 umfasst einen elektrischen Stellmotor 11 sowie eine (in Fig. 1 nur angedeutete) Stellmechanik 12, über die der Stellmotor 11 mechanisch mit der Heckklappe 3 zu deren Verstellung gekoppelt ist. Zur Ansteuerung des Stellmotors 11 umfasst die Stellvorrichtung 10 zudem ein elektronisches Motorsteuergerät 13.

[0026] Zur berührungslosen Erkennung von Öffnungsbefehlen eines Kraftfahrzeugnutzers für die Heckklappe 3 ist das Kraftfahrzeug 2 des Weiteren mit einem kapazitiven Näherungssensor 15 ausgestattet. Der Näherungssensor 15 umfasst eine elektronische Steuer- und Auswerteeinheit 16 sowie zwei Sensorelektroden 17 und 18.

[0027] Die beiden Sensorelektroden 17 und 18 sind parallel und im Wesentlichen übereinander an der (von außen nicht sichtbaren) Rückseite eines hinteren Stoßfängers 19 des Kraftfahrzeugs 2 angeordnet und erstrecken sich hier jeweils horizontal in Fahrzeugquerrichtung über einen Großteil der Fahrzeugbreite.

[0028] Im Betrieb des Näherungssensors 15 wird an die Sensorelektroden 17 und 18 durch die Steuer- und Auswerteeinheit 16 eine elektrische Wechselspannung angelegt, unter deren Wirkung jede der beiden Sensorelektroden 17, 18 in einem den Sensorelektroden 17, 18 jeweils vorgelagerten Raumvolumen (nachfolgend als Erfassungsraum 20 bzw. 21 bezeichnet) ein elektrisches Feld erzeugt. Wie aus Fig. 1 erkennbar ist, sind die Sensorelektroden 17 und 18 derart gestaltet und ausgerichtet, dass sich der Erfassungsraum 20 der oberen Sensorelektrode 17 ausgehend von dem Stoßfänger 19 im Wesentlichen in horizontaler Richtung erstreckt, während der Erfassungsraum 21 der unteren Sensorelektrode 18 den Stoßfänger 19 im Wesentlichen unterseitig flankiert.

[0029] Wenn ein Körperteil, insbesondere ein Fuß eines Fahrzeugnutzers an den Stoßfänger 19 angeht und hierbei in die Erfassungsräume 20 und 21 eingebracht wird, so beeinflusst dieses Körperteil aufgrund der elektrischen Leitfähigkeit des menschlichen Körpergewebes und der kapazitiven Kopplung des Körpergewebes mit dem Untergrund das von den Sensorelektroden 17, 18 ausgehende elektrische Feld und somit die an den Sensorelektroden 17, 18 messbare Kapazität. Als Maß (nachfolgend „Sensorignal“) für die Kapazität misst die Steuer- und Auswerteeinheit 16 beispielsweise die Stromstärke der bei vorgegebener elektrischer Spannung auf die Sensorelektrode fließenden Verschiebestroms.

[0030] Um einen Türöffnungswunsch zu signalisieren, vollführt der Fahrzeugnutzer konventionsgemäß eine trittartige Fußbewegung unter den Stoßfänger 19. Die hierdurch verursachte zeitliche Kapazitätsänderung wird von der Steuer- und Auswerteeinheit 16 detektiert. Sofern der Verlauf des detektierten Sensorsignals und damit die messbare Kapazitätsänderung hinterlegten Auslösekriterien entsprechen, interpretiert die Steuer- und Auswerteeinheit 16 die Kapazitätsänderung als Öffnungsbefehl und gibt ein entsprechendes Öffnungssignal O an das Motorsteuergerät 13 aus, das hierauf durch Ansteuerung des Stellmotors 11 die Öffnung der Heckklappe 3 veranlasst.

[0031] Fig. 2 zeigt grob schematisch den Näherungssensor 15 mit der Steuer- und Auswerteeinheit 16 sowie beispielhaft mit einer der beiden Sensorelektroden 17, 18.

[0032] Wie aus dieser Darstellung ersichtlich, umfasst die Sensorelektrode 17, 18 einen flächigen, entlang einer Längsrichtung langgestreckten Elektrodenleiter 23. Der Elektrodenleiter 23 ist aus elektrisch leitfähigem Kunststoff, beispielsweise aus Polyanilin (PAni) gebildet und hat in der Ausführung gemäß Fig. 2 die Form eines langgestreckten Rechteckstreifens mit konstanter Breite.

[0033] An einem Längsende **24** weist die Sensorelektrode **17, 18** einen Kontaktpunkt **25** aus Metall (insbesondere Kupfer) auf, über den eine Zuleitung **26** elektrisch mit dem Elektrodenleiter **23** verbunden ist. Des Weiteren weist die Sensorelektrode **17, 18** in der Ausführung gemäß **Fig. 2** an dem entgegengesetzten Längsende **27** einen weiteren Kontaktpunkt **28** auf, über den eine weitere, von der Zuleitung **26** separate Zuleitung **29** mit der dem Elektrodenleiter **23** elektrisch kontaktiert ist.

[0034] Vorzugsweise ist der Elektrodenleiter **23** mittels einer Schicht aus elektrisch isolierendem Kunststoff gegenüber der Umwelt isoliert, um einen Kurzschluss des Elektrodenleiters **23** mit umgebenden Fahrzeugteilen zu vermeiden und den Elektrodenleiter **23** vor schädigenden Umwelteinflüssen (Wasser, Schmutz etc.) zu schützen. In einer zweckmäßigen Ausführungsform sind die Sensorelektroden **17, 18**, und insbesondere deren jeweiliger Elektrodenleiter **23** in den ebenfalls aus Kunststoff bestehenden Stoßfänger **19** integriert.

[0035] Über die Zuleitungen **26** und **29**, die als gewöhnliche isolierte Draht- oder Litzenleiter aus Kupfergebildet sind, ist die Sensorelektrode **17, 18** (genauer gesagt deren Elektrodenleiter **23**) elektrisch mit der Steuer- und Auswerteeinheit **16** verbunden.

[0036] Aufgrund des vergleichsweise hohen spezifischen Widerstands des für den Elektrodenleiter **23** herangezogenen Kunststoffmaterials weist die Sensorelektrode **17, 18** eine über ihre Länge variierende Sensitivität auf. Charakteristisch für die Sensitivität ist dabei die Signalstärke des Steuersignals, der die Annäherung eines bestimmten Gegenstands **30** auf einen bestimmten Abstand **A** an eine bestimmte Längsposition **x** der Sensorelektrode **17, 18** hervorruft. Anders als in dem Schema gemäß **Fig. 2** dargestellt, wird der Abstand **A** hierbei senkrecht zu der Fläche des Elektrodenleiters **23** gemessen.

[0037] Im Folgenden wird als „(längenabhängige, normierte) Sensitivität“ **S** eine Messgröße bezeichnet, zu deren Bestimmung die Signalstärke des Sensorsignals, die durch den an gegebener Längsposition **x** der Sensorelektrode **17, 18** in dem bestimmten Abstand **A** angenäherten Gegenstand **30** hervorgerufen wird, auf die maximale Signalstärke normiert wird (also durch die maximale Signalstärke geteilt wird), die die Annäherung desselben Gegenstands **30** in demselben Abstand **A** an beliebiger Längsposition **x** der Sensorelektrode **17, 18** hervorruft. Wie in **Fig. 2** angedeutet, ist der Gegenstand **30** insbesondere galvanisch oder zumindest kapazitiv mit Erde gekoppelt. Bei diesem Gegenstand **30** kann es sich dabei insbesondere um ein Körperteil des menschlichen Körpers, insbesondere einen Fuß oder eine Hand, handeln.

[0038] Zur Bestimmung des Sensitivitätsverlaufs kann beispielsweise – wie in **Fig. 2** schematisch angedeutet ist – der Gegenstand **30** unter Wahrung des Abstands **A** parallel zu der Längsrichtung der Sensorelektrode **17, 18** verschoben werden, wobei fortlaufend das Sensorsignal des Näherungssensors **15** erfasst wird. Der in dem Diagramm der **Fig. 2** dargestellte Verlauf der Sensitivität **S** ergibt sich hierbei dadurch, dass das Maximum der erfassten Kurve des Sensorsignals durch die vorstehend beschriebene Normierung auf den Wert Eins gesetzt wird. Die Normierung hat den Vorteil, dass die Werte der Sensitivität **S** weitgehend unabhängig sind von dem zu ihrer Bestimmung herangezogenen Gegenstand **30** und dem Abstand **A**, in dem dieser Gegenstand **30** an die Sensorelektrode **17, 18** angenähert wird. Die normierte Sensitivität **S** kann theoretisch Werte zwischen Eins und Null annehmen oder als Prozentzahl zwischen 100% und 0% angegeben werden.

[0039] Eine herkömmlichen Kunststoffelektrode mit einem streifenförmigen flächigen Elektrodenleiter konstanter Breite, der lediglich einem Längsende mit einer metallischen Zuleitung kontaktiert ist, weist eine längenabhängige, normierte Sensitivität **S'** auf, die an der diesem Längsende zugeordneten Kontaktstelle ihr Maximum (und somit den Wert Eins) aufweist und mit zunehmenden Abstand zu dieser Kontaktstelle abfällt. Der typische Verlauf dieser Sensitivität **S'** herkömmlicher Sensorelektroden ist in dem Diagramm gemäß **Fig. 2** zu Vergleichszwecken mit gestrichelter Linie eingetragen.

[0040] Wie **Fig. 2** zu entnehmen ist, wird durch den zweiten Kontaktpunkt **28** an dem zweiten Längsende **27** des Elektrodenleiters **23** der Effekt erzielt, dass dort die Sensitivität **S** ebenfalls zumindest näherungsweise auf den Wert 1 angehoben wird. Zwischen den beiden Kontaktpunkten **25** und **28** nimmt die Sensitivität zwar auch bei der Sensorelektrode **17, 18** gemäß **Fig. 2** ab. Jedoch ist der Sensitivitätsverlust hier wesentlich schwächer ausgeprägt als im Falle einer herkömmlichen, lediglich einseitig kontaktierten Sensorelektrode. Der durch den vergleichsweise hohen spezifischen Widerstand des Elektrodenmaterials bedingte Sensitivitätsverlust ist somit teilweise kompensiert.

[0041] In der Ausführung gemäß **Fig. 3** umfasst die Sensorelektrode **17, 18** zusätzlich zu den Kontaktpunkten **25** und **28** weitere Kontaktpunkte **31** und **32**. Die Kontaktpunkte **25, 28, 31** und **32** sind hierbei in regelmäßigen Abständen über die Länge des Elektrodenleiters **23** verteilt. In der Ausführung gemäß **Fig. 3** ist die zweite Zuleitung **29** nicht vorhanden. Stattdessen ist die Zuleitung **26** über die gesamte Länge der Sensorelektrode **17, 18** parallel zu dem Elektrodenleiter **23** geführt und mit allen Kontaktpunkten **25, 28, 31** und **32** kontaktiert. Anders als in der Darstellung gemäß **Fig. 3** angedeutet, ist die Zuleitung **26** vor-

zugsweise über die gesamte Länge der Sensorelektrode **17, 18** mit dem Elektrodenleiter **23** mechanisch verbunden.

[0042] Wie aus dem Diagramm der **Fig. 3** hervorgeht, wird durch die (im Vergleich zu **Fig. 2**) erhöhte Anzahl der Kontaktstellen **25, 28, 31** und **32** der Verlauf der Sensitivität S noch stärker an einen konstanten Verlauf mit dem Wert $S = 1$ angeglichen als bei dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 2**. Der durch den hohen spezifischen Widerstand des Leitermaterials des Elektrodenleiters **23** verursachte Sensitivitätsverlust wird somit in noch stärkerem Maße kompensiert.

[0043] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 4** ist der Elektrodenleiter **23**, ähnlich wie bei einer herkömmlichen Sensorelektrode, nur an dem Längsende **24** in dem (hier einzigen) Kontaktpunkt **25** mit der (hier einzigen) Zuleitung **26** kontaktiert. Um den bei dieser Konfiguration der Sensorelektrode **17, 18** zu erwartenden Sensitivitätsverlust zu kompensieren, ist gemäß **Fig. 4** der Elektrodenleiter **23** derart gestaltet, dass seine Breite mit zunehmendem Abstand zu dem Längsende **24** stetig zunimmt. Durch diese – trapezartige – Formgebung des Elektrodenleiters **23** wird erreicht, dass auch der Leiterquerschnitt und die für die Felderzeugung relevante Oberfläche des Elektrodenleiters **23** mit wachsendem Abstand zu dem Längsende **24** zunehmen. Wie aus dem Diagramm der **Fig. 4** hervorgeht, wird durch diese Maßnahme ein zumindest näherungsweise konstanter Verlauf der Sensitivität S über die gesamte Länge der Sensorelektrode **17, 18** erreicht.

[0044] In den Ausführungsformen gemäß **Fig. 2** bis **Fig. 4** bildet der Elektrodenleiter **23** jeweils eine vollständig ausgefüllte, lückenlose zusammenhängende Fläche. Abweichend hiervon ist der Elektrodenleiter **23** bei dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 5** mit Löchern **33** versehen. Der verbleibende Elektrodenleiter **23**, der im dargestellten Beispiel wiederum über seine gesamte Länge eine konstante Breite aufweist, bildet somit eine gitterartige Leiterstruktur aus.

[0045] Um bei dem solchermaßen gestalteten Elektrodenleiter **23** den gleichen Effekt zu erzielen wie bei dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 4**, nämlich einen mit zunehmendem Abstand zu dem (wiederum einzigen) Kontaktpunkt **25** zunehmenden Flächeninhalt des Leiterquerschnitts und eine zunehmende wirksame Oberfläche, sind die Löcher **33** derart gestaltet, dass ihre Größe – bei gleichbleibender Dichte der Löcher **33** – mit zunehmendem Abstand zu dem Kontaktpunkt **25** abnimmt. Alternativ oder zusätzlich hierzu kann auch die Dichte der Löcher **33** mit zunehmendem Abstand zu dem Kontaktpunkt **25** erniedrigt werden. Wie dem Diagramm zu **Fig. 5** zu entnehmen ist, wird auch durch diese Maßnahme ein im Wesent-

lichen konstanter Verlauf der Sensitivität S über die gesamte Länge der Sensorelektrode **17, 18** erzielt.

[0046] Die Sensorelektroden **17** und **18** des Näherungssensors **15** können gleich, insbesondere nach jeder der in den **Fig. 2** bis **Fig. 5** dargestellten Ausführungsvarianten, aufgebaut sein. Alternativ können die Sensorelektroden **17** und **18** auch unterschiedlich aufgebaut sein. Insbesondere kann eine der beiden Sensorelektroden **17** oder **18** auch in herkömmlicher Weise gestaltet sein.

[0047] Die Erfindung wird an den vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispielen besonders deutlich, ist gleichwohl aber nicht darauf beschränkt. Vielmehr können zahlreiche weitere Ausführungsformen der Erfindung aus den Ansprüchen und der vorstehenden Beschreibung abgeleitet werden. Insbesondere können die anhand der **Fig. 2** bis **Fig. 5** dargestellten Maßnahmen zur Kompensierung des durch den spezifischen Widerstand des Elektrodenmaterials verursachten Sensitivitätsverlusts beliebig miteinander kombiniert werden.

Bezugszeichenliste

1	Heck
2	Kraftfahrzeug
3	Heckklappe
4	Oberkante
5	Öffnungsstellung
6	Schließstellung
7	Zwischenstellung
10	Stellvorrichtung
11	Stellmotor
12	Stellmechanik
13	Motorsteuerggerät
15	Näherungssensor
16	Steuer- und Auswerteeinheit
17	Sensorelektrode
18	Sensorelektrode
19	Stoßfänger
20	Erfassungsraum
21	Erfassungsraum
23	Elektrodenleiter
24	Längskante
25	Kontaktpunkt
26	Zuleitung
27	Längsende
28	Kontaktpunkt
29	Zuleitung
30	Gegenstand
31	Kontaktpunkt
32	Kontaktpunkt
33	Loch
P	Verstellweg
O	Öffnungssignal

A Abstand
x Längsposition
S Sensitivität
S' Sensitivität

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- DE 102010049400 A1 [0003, 0004]
- EP 2159917 A1 [0005]
- EP 2689976 A1 [0006]
- DE 102011112274 A1 [0006]

Patentansprüche

1. Sensorelektrode (17, 18) für einen kapazitiven Näherungssensor (15), mit einem langgestreckten, flächigen Elektrodenleiter (23) aus elektrisch leitfähigem Kunststoffmaterial, wobei zur vollständigen oder partiellen Kompensation des durch den spezifischen ohmschen Widerstand des elektrisch leitfähigen Kunststoffmaterials bedingten, längenabhängigen Sensitivitätsverlusts der Sensorelektrode (17, 18)

– der Flächeninhalt des Leiterquerschnitts des Elektrodenleiters (23) in Längsrichtung des Elektrodenleiters (23) variiert ist und/oder

– der Elektrodenleiter (12) an mehreren voneinander beabstandeten Kontaktpunkten (25, 28, 31, 32) mit einer metallischen Zuleitung (26, 29) kontaktiert ist.

2. Sensorelektrode (17, 18) nach Anspruch 1, wobei der Flächeninhalt des Leiterquerschnitts des Elektrodenleiters (23) mit zunehmendem Abstand zu dem nächstliegenden Kontaktpunkt (25, 28, 31, 32) zunimmt.

3. Sensorelektrode (17, 18) nach Anspruch 2, wobei die Breite des Elektrodenleiters (23) mit zunehmendem Abstand zu dem nächstliegenden Kontaktpunkt (25, 28, 31, 32) zunimmt.

4. Sensorelektrode (17, 18) nach Anspruch 2 oder 3, wobei der Elektrodenleiter (23) Löcher (33) oder Einschnitte aufweist, und wobei die Größe und/oder Dichte der Löcher (33) bzw. Einschnitte mit zunehmendem Abstand zu dem nächstliegenden Kontaktpunkt (25, 28, 31, 32) abnimmt.

5. Sensorelektrode (17, 18) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Elektrodenleiter (23) an beiden Längsenden (24, 27) jeweils einen Kontaktpunkt (25, 28) aufweist, und in diesen Kontaktpunkten (25, 28) mittels zweier separater metallischer Zuleitungen (26, 29) kontaktiert ist.

6. Sensorelektrode (17, 18) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei dem Elektrodenleiter (23) eine metallische Zuleitung (26) über zumindest einen Teil seiner Länge parallelgeführt ist, und wobei diese Zuleitung (26) an mindestens zwei voneinander beabstandeten Kontaktpunkten (25, 28, 31, 32) mit dem Elektrodenleiter (23) kontaktiert ist.

7. Kapazitiver Näherungssensor (15) mit einer elektronischen Steuer- und Auswerteeinheit (16) sowie mit mindestens einer damit verbundenen Sensorelektrode (17, 18) nach einem der Ansprüche 1 bis 6.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

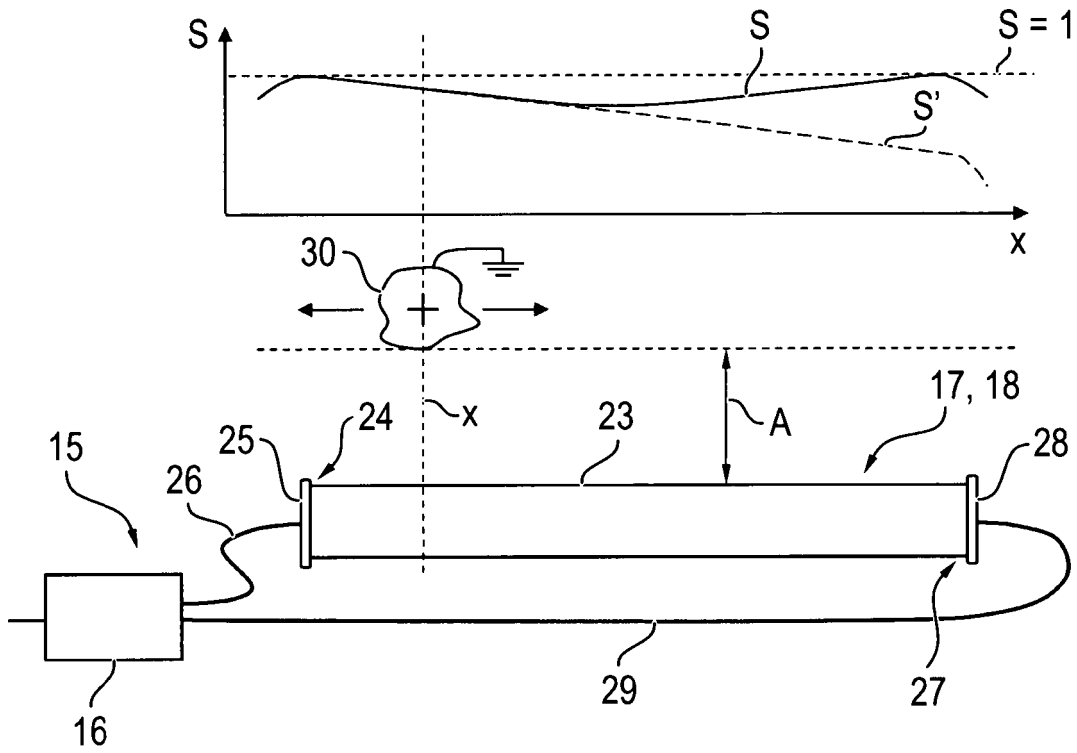


FIG. 2

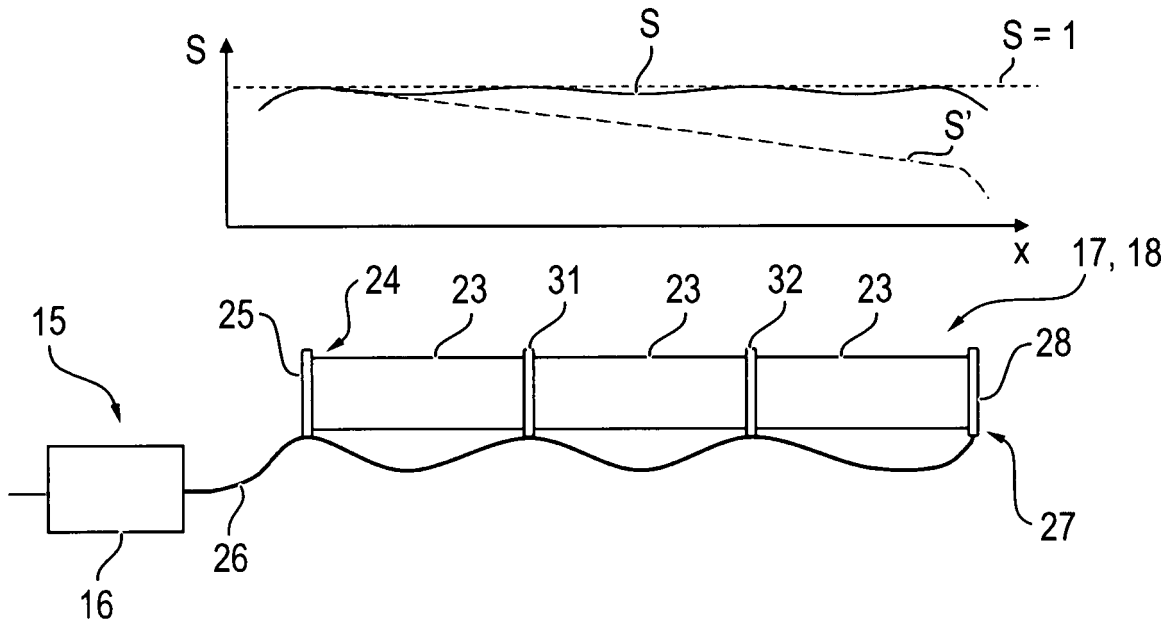


FIG. 3

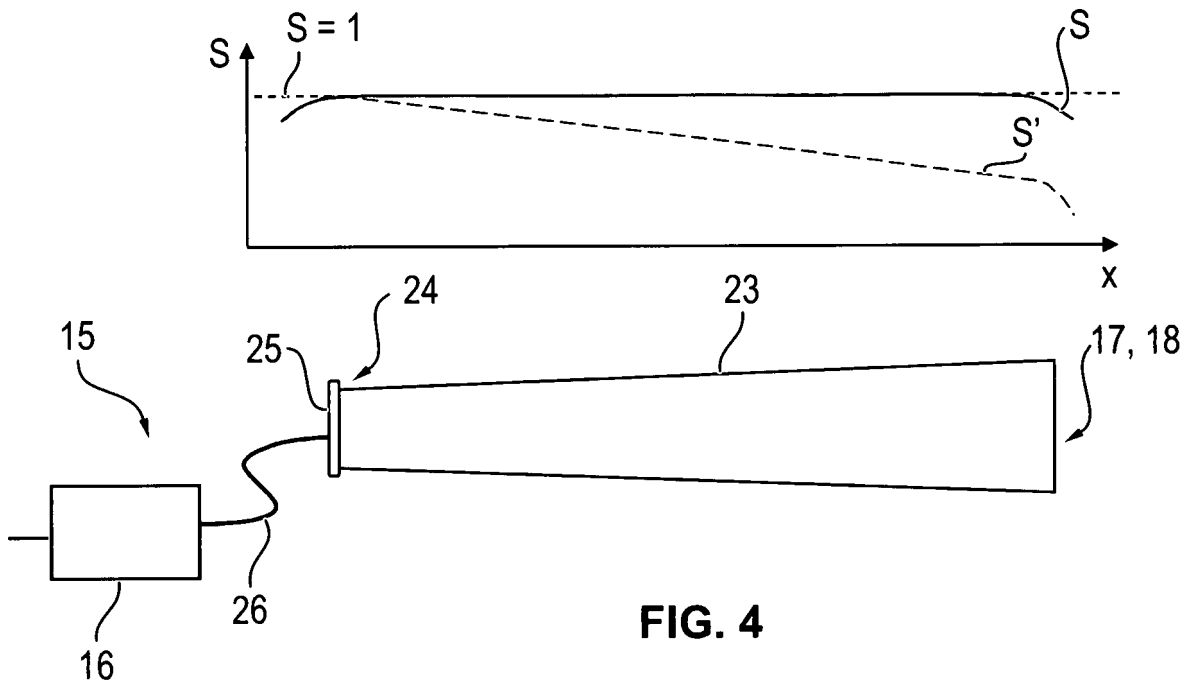


FIG. 4

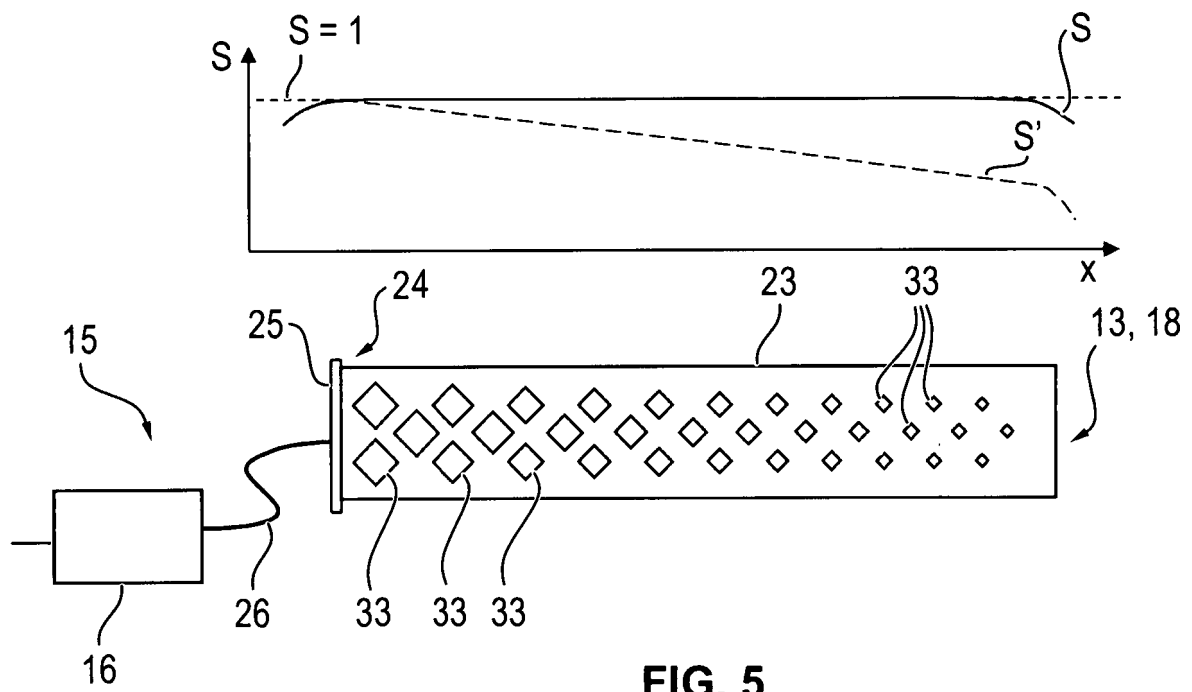


FIG. 5