

(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
28. Januar 2016 (28.01.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/012280 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

G01D 5/24 (2006.01) **H03K 17/955** (2006.01)
H03K 17/945 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2015/065879

(22) Internationales Anmeldedatum:
10. Juli 2015 (10.07.2015)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2014 011 037.0 23. Juli 2014 (23.07.2014) DE

(71) Anmelder: **BROSE FAHRZEUGTEILE GMBH & CO.
KOMMANDITGESELLSCHAFT, HALLSTADT**
[DE/DE]; Max-Brose-Straße 2, 96103 Hallstadt (DE).

(72) Erfinder: **WEINGÄRTNER, Thomas**; Karl-Körner-Str.
17, 96117 Memmelsdorf (DE). **POHL, Florian**;
Lützelbacher Str. 9, 96237 Ebersdorf (DE). **KRÜGER,
Harald**; Maria-Ward-Str. 136, 96047 Bamberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
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.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: SENSOR ELECTRODE FOR A CAPACITIVE PROXIMITY SENSOR

(54) Bezeichnung : SENSORELEKTRODE FÜR EINEN KAPAZITIVEN NÄHERUNGSSENSOR

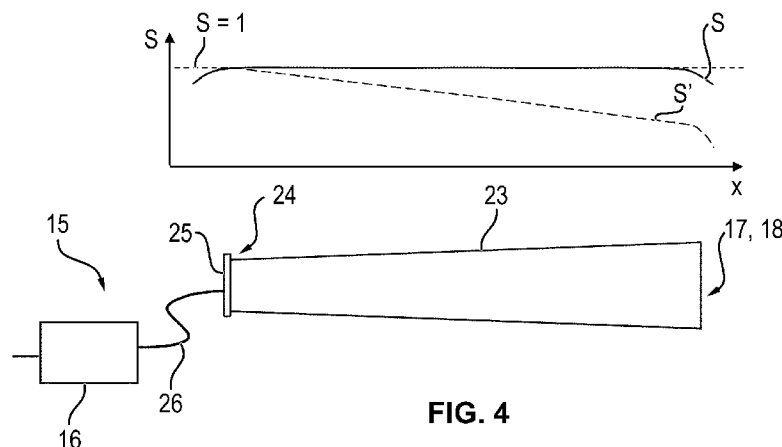


FIG. 4

(57) Abstract: The invention relates to a capacitive proximity sensor (15) and a sensor electrode (17, 18) for the same. The sensor electrode (17, 18) comprises an elongated, flat electrode conductor (23) made of electrically conductive plastic material. For the purpose of complete or partial compensation of the length-dependent sensitivity loss of the sensor electrode (17, 18), which is caused by the specific ohmic resistance of the electrically conductive plastic material, the surface area of the conductor cross-section of the electrode conductor (23) varies in the longitudinal direction of the electrode conductor (23) and/or the electrode conductor (12) contacts a metallic feed line (26, 29) at a plurality of spaced-apart contact points (25, 28, 31, 32).

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2016/012280 A1



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

Sensorelektrode für einen kapazitiven Näherungssensor

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.

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.

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.

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.

Aus EP 2 159 917 A1 ist andererseits ein kapazitiver Näherungssensor bekannt, dessen Sensorelektroden aus elektrisch leitfähigem Kunststoff gebildet sind. Solche Kunststoffelettroden zeichnen sich durch geringes Gewicht und rationelle Herstellbarkeit aus und sind daher von erheblichem Vorteil gegenüber herkömmlichen Sensorelektroden mit metallischem Elektrodenleiter. Zudem lassen sich Kunststoffelettroden fertigungstechnisch einfach in aus Kunststoffe 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.

Allerdings weisen Kunststoffelettroden, im Gegensatz zu entsprechenden Metallelektroden, 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.

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 Kunststoffelettroden oft nicht eingesetzt werden.

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

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.

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.

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.

Beiden Aspekten der Erfindung liegt der gemeinsame Gedanke zugrunde, dass die vorteilhafte Verwendung von elektrisch leitfähigem Kunststoff für den Elektro-

denleiter 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.

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.

Der Flächeninhalt des Leiterquerschnitts wird vorzugsweise dadurch gesteigert, dass die Breite des Elektrodenleiters mit zunehmendem Abstand zu dem nächstliegenden Kontaktpunkt erhöht wird.

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.

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.

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.

Der erfindungsgemäße Näherungssensor umfasst eine elektronische Steuer- und Auswerteinheit sowie mindestens eine damit verbundene Sensorelektrode der vorstehend beschriebenen Art. Die Steuer- und Auswerteinheit 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.

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

- 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
- 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,
- Fig. 3 - 5 in Darstellung gemäß Fig. 2 den Näherungssensor mit verschiedenen weiteren Ausführungsformen der Sensorelektrode und den jeweils zugehörigen Verlauf der längenabhängigen Sensitivität.

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

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.

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 ge-

koppelt ist. Zur Ansteuerung des Stellmotors 11 umfasst die Stellvorrichtung 10 zudem ein elektronisches Motorsteuergerät 13.

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.

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.

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.

Wenn ein Körperteil, insbesondere ein Fuß eines Fahrzeugnutzers an den Stoßfänger 19 angenähert 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 „Sensorsignal“) für die Kapazität misst die Steuer- und Auswerteein-

heit 16 beispielsweise die Stromstärke der bei vorgegebener elektrischer Spannung auf die Sensorelektrode fließenden Verschiebestroms.

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 Auswerteinheit 16 detektiert. Sofern der Verlauf des detektierten Sensorsignals und damit die messbare Kapazitätsänderung hinterlegten Auslösekriterien entsprechen, interpretiert die Steuer- und Auswerteinheit 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.

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

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.

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.

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.

Über die Zuleitungen 26 und 29, die als gewöhnliche isolierte Draht- oder Litzenleiter aus Kupfer gebildet sind, ist die Sensorelektrode 17,18 (genauergesagt deren Elektrodenleiter 23) elektrisch mit der Steuer- und Auswerteeinheit 16 verbunden.

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.

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.

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, wo-

bei 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.

Eine herkömmlichen Kunststoffelettrode 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.

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.

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

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.

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.

In den Ausführungsformen gemäß Fig. 2 bis 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.

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

Die Sensorelektroden 17 und 18 des Näherungssensors 15 können gleich, insbesondere nach jeder der in den Fig. 2 bis 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.

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 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 Motorsteuergerät
- 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

Ansprüche

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 zu-

nehmendem 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.

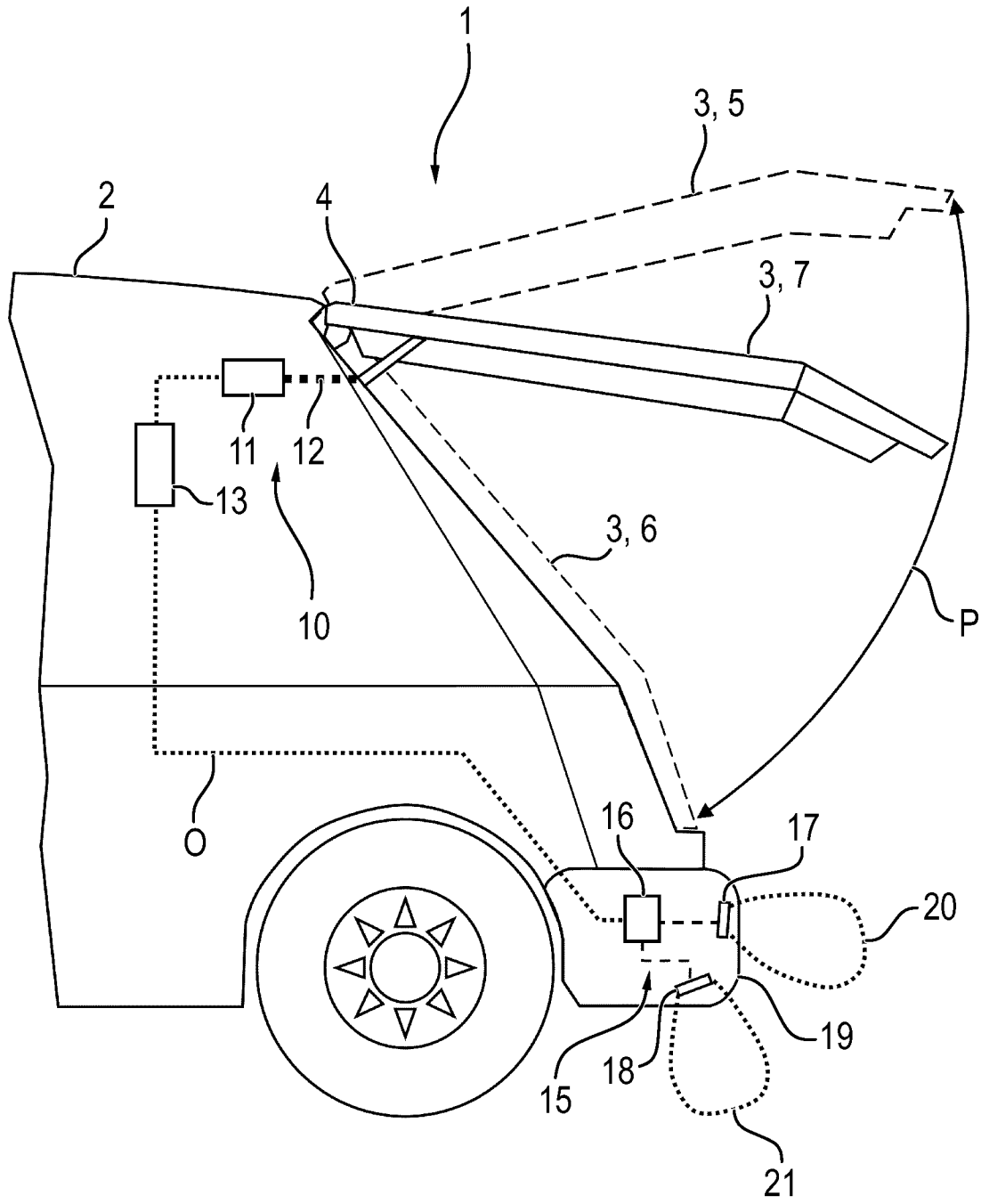


FIG. 1

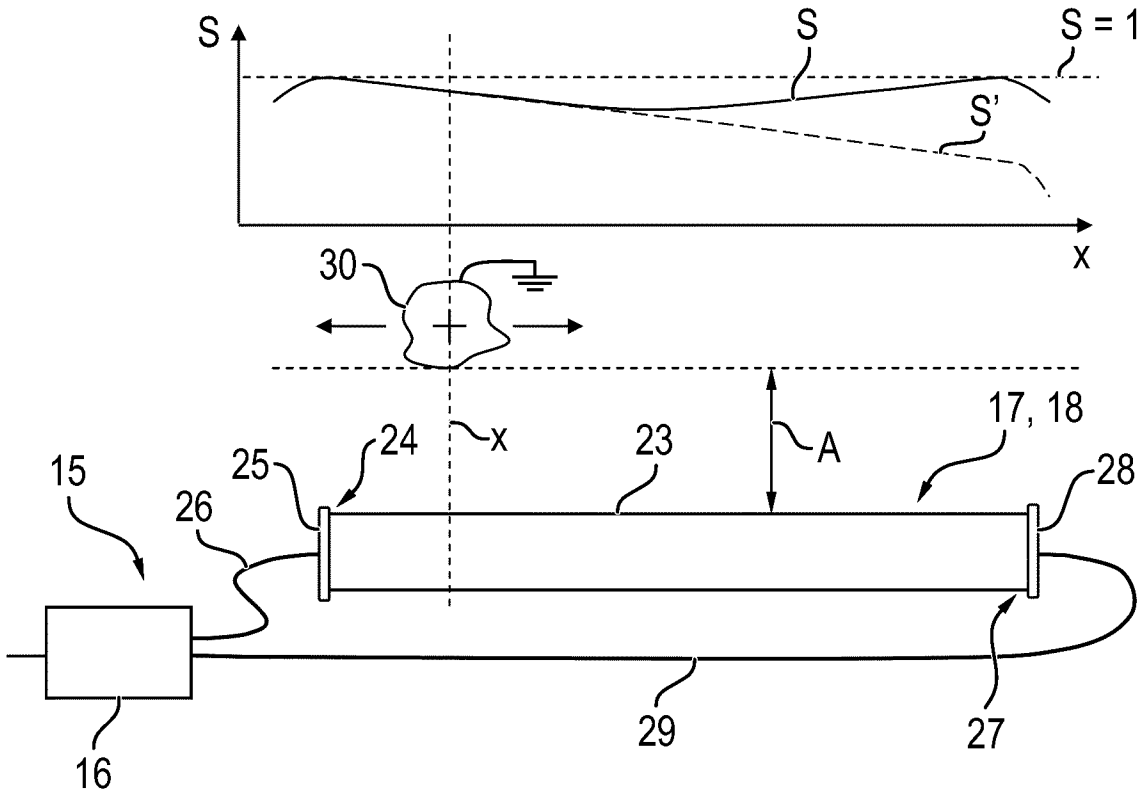


FIG. 2

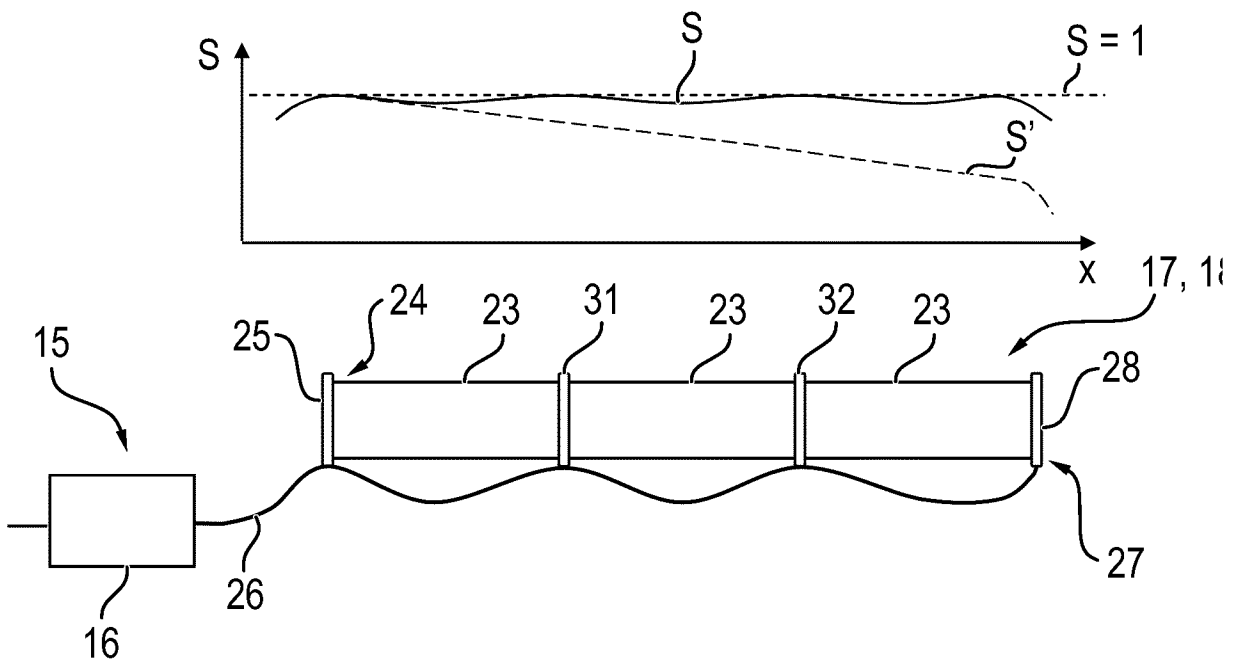
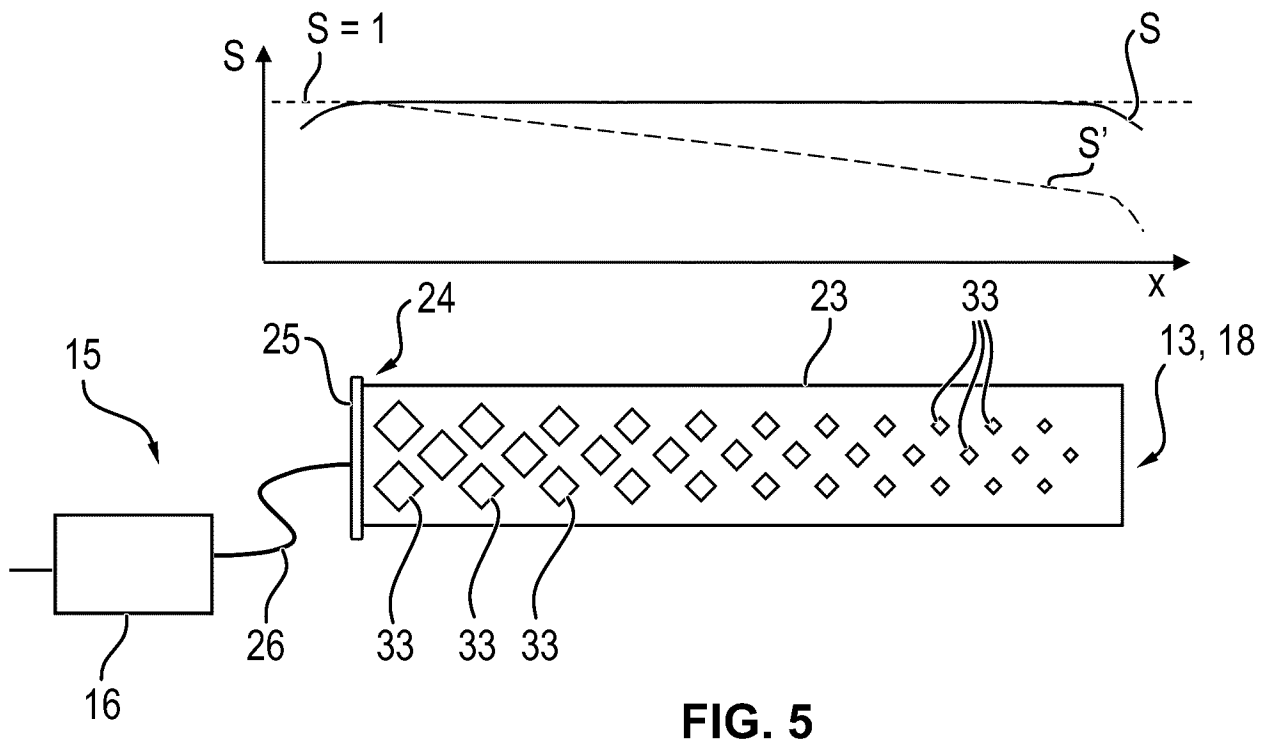
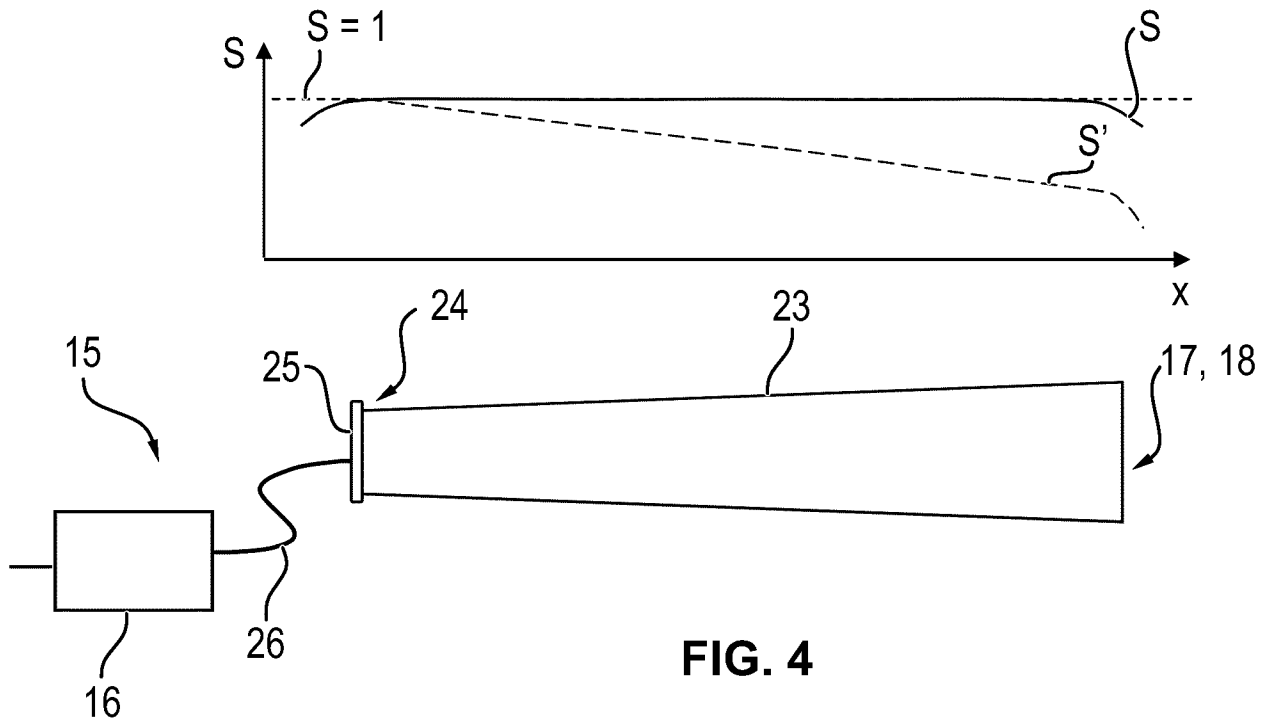


FIG. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2015/065879

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G01D5/24 H03K17/945 H03K17/955
ADD.
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G01D H03K
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 10 2010 049484 A1 (GOEGER DIRK [DE]) 3 May 2012 (2012-05-03) abstract paragraphs [0014], [0021], [0022], [0037], [0038], [0041]; figures 1, 2 -----	1-7
A	FR 2 381 835 A1 (SOLVAY [BE]) 22 September 1978 (1978-09-22) page 1, lines 17-19; claim 1; figures 1, 4 -----	1-7
A	US 2005/041375 A1 (ROSENAU KEITH W [US]) 24 February 2005 (2005-02-24) paragraphs [0012], [0013], [0018], [0031] -----	1-7

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

22 September 2015

12/10/2015

Name and mailing address of the ISA/
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer
Thomas, Judith

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2015/065879

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102010049484 A1	03-05-2012	NONE	
FR 2381835 A1	22-09-1978	NONE	
US 2005041375 A1	24-02-2005	US 2005041375 A1	24-02-2005
		WO 2005020255 A2	03-03-2005

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/065879

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G01D5/24 H03K17/945 H03K17/955 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G01D H03K		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2010 049484 A1 (GOEGER DIRK [DE]) 3. Mai 2012 (2012-05-03) Zusammenfassung Absätze [0014], [0021], [0022], [0037], [0038], [0041]; Abbildungen 1, 2 -----	1-7
A	FR 2 381 835 A1 (SOLVAY [BE]) 22. September 1978 (1978-09-22) Seite 1, Zeilen 17-19; Anspruch 1; Abbildungen 1, 4 -----	1-7
A	US 2005/041375 A1 (ROSENAU KEITH W [US]) 24. Februar 2005 (2005-02-24) Absätze [0012], [0013], [0018], [0031] -----	1-7
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 22. September 2015		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 12/10/2015
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Thomas, Judith

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2015/065879

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102010049484 A1	03-05-2012	KEINE	
FR 2381835 A1	22-09-1978	KEINE	
US 2005041375 A1	24-02-2005	US 2005041375 A1	24-02-2005
		WO 2005020255 A2	03-03-2005